République Tunisienne
Ministère de l'éducation

SCIENCES BIOLOGIQUES

4ème année de l'enseignement secondaire

Section sport

Les auteurs

Hamouda MOKHTARI — Inspecteur

Abdelhakim KHALFAOUI — Inspecteur principal

Mabrouk ALOUI — Inspecteur principal

Mohamed KORDOGHLI — professeur principal

Les évaluateurs

Hedi BEN SALEM — Inspecteur

Mohamed MTAOUAA — Inspecteur principal

Abdelaziz BEN MHENNI — Inspecteur principal

Centre National Pédagogique

REMERCIEMENTS

Les concepteurs de ce manuel expriment leurs vifs remerciements à tous ceux qui ont apporté leur soutien. Ces remerciements s'adressent particulièrement:

- Aux évaluateurs pour le temps consacré à cette importante tâche et notamment pour leur collaboration constructive, pour leurs remarques pertinentes et enrichissantes et pour leurs aides et leurs conseils précieux.

- A tous ceux qui nous feront part de leurs suggestions et critiques en vue d'apporter une éventuelle amélioration à la deuxième édition.

- A l'équipe technique de la direction de l'édition CNP, pour leur contribution dans la mise en œuvre de ce manuel.

- Aux Messieurs Hechmi ZOUAOUI inspecteur principal et Ali ABIDI professeur émérite pour leurs aides et leurs remarques pertinentes.

PREFACE

Ce manuel est conçu pour être un «**compagnon»** pour les élèves en classe et chez eux. Il facilite aussi le travail des enseignants. Cet outil didactique est rédigé selon une approche socioconstructiviste. Le mérite principal de ce manuel c'est qu'il respecte les spécificités de la section sport soit par le choix des exemples ou en prenant en compte les engagements extrascolaires des élèves. Ce manuel est parfois un complément pour préciser davantage certaines parties du cours. En exploitant sa version numérisée, le présent manuel pourrait être utilisé comme un support didactique convivial. Les chapitres de ce manuel sont structurés selon les rubriques suivantes:

1. **OBJECTIFS**
2. **PRE-REQUIS:** cette rubrique permet à l'élève, par une méthode questionnée, d'utiliser les connaissances, les habiletés et les attitudes préalables pour s'approprier un nouveau savoir. C'est aussi une occasion pour faire dégager les conceptions des apprenants.. Dans cette rubrique, l'utilisateur trouvera des textes historiques qui résument comment les concepts se sont construits au cours de l'histoire et qui mettent en exergue les difficultés et les obstacles inhérents à ces concepts.
3. **MISE EN SITUATION:** Cette rubrique propose des situations problèmes motivantes et émanant de l'environnement de l'élève. Répondre à une problématique formulée d'une manière participative permet à l'élève-sportif d'être impliqué dans un parcours d'apprentissage.
4. **ACTIVITEES:** cette rubrique offre des activités qui suscitent l'intérêt des élèves et leurs permettent de mettre « la main à la pâte ». Les activités sont conçues selon la « pédagogie de la découverte » ou de «l'investigation»
5. **BILAN:** Pour mobiliser et réutiliser ses connaissances facilement, la rubrique bilan est conçue de multiples manières verbales et imagées: texte aéré, couleurs...Le bilan est allégé mais enrichie par des représentations spatiales regroupant un réseau de concepts organisateurs ce qui facilite la mémorisation visuelle.
6. **SAVOIR PLUS:** Le manuel et l'enseignant ne sont plus les seuls détenteurs du savoir. Cette rubrique permet à l'élève d'élargir ses connaissances. Il s'agit d'une « quête continuelle » pour voir au-delà, pour aller plus loin dans une aventure scientifique.
7. **EXERCICES :** cette rubrique aide l'enseignant et l'élève à mesurer le degré d'acquisition des concepts et de repérer les réussites mais également les erreurs. Ainsi, l'élève s'auto-évalue et découvre ses insuffisances et ses blocages pour une éventuelle remédiation.

Les auteurs



Thème 1 

REPRODUCTION HUMAINE ET SANTE




Contrôle de la grossesse par échographie



Une nouvelle vie…

La reproduction humaine est l'ensemble des phénomènes aboutissant à la naissance d'un nouveau-né. Elle nécessite un accouplement entre deux personnes de sexes différents : un homme et une femme, ainsi que la réunion d'un ensemble de conditions favorables à l'élaboration d'un œuf fécondé à l'origine d'un individu, au bout de 9 mois .



Problème scientifique :

Comment la reproduction humaine assure la continuité de l'espèce, par la transmission de la vie et la formation d'un nouvel être humain?

Ce problème mène à se demander :

- Comment se forment les cellules sexuelles(ou gamètes) chez les deux sexes ?
- Comment se fait la régulation de la fonction reproductrice chez les deux sexes ?
- comment se fait la fécondation ?
- Quel est le devenir de l'œuf ?
- Comment contrôler les naissances et remédier à certaines formes de stérilité masculine et féminine ?
- Comment mener à terme une grossesse normale ?

Ce thème comporte les chapitres suivants :	Pages
Chapitre1 : la fonction reproductrice chez l'homme	4
Chapitre 2 : la fonction reproductrice chez la femme	32
Chapitre 3 : la procréation.	62

La reproduction humaine...une longue histoire :

« Il a fallu des siècles pour comprendre la relation entre accouplement et grossesse ainsi que le mécanisme biologique de la reproduction humaine :

- la semence à partir de laquelle se forme l'embryon provient-elle des deux parents ou d'un seul ? Dans quelle partie du corps et comment est-elle produite ?

- La première idée nommée « encéphalo-myélogénétique », affirme que la semence provenait du cerveau et/ou de la moelle épinière.

- Le philosophe Pythagore (500 av. J.-C.) pensait qu'une vapeur descendant des organes de l'homme se concentrait dans ses testicules pour former le sperme. Il se coagulait dans le vagin lors de l'accouplement et formait ainsi un embryon dans l'utérus.

- Aristote, un autre philosophe (350 av. J.-C.), pensait que le nouveau-né était le produit de deux semences masculine et féminine : le sperme et le sang des menstruations.



Sage-femme assistant une parturiente, figurine en terre cuite de Chypre, début du Ve siècle av. J.-C., Musée national archéologique d'Athènes

- Ce n'est que vers 1650, grâce à un microscope, qu'Antoine Van Leeuwenhoek découvre les spermatozoïdes et prétend qu'ils contiennent un enfant tout fait.
- En 1750, Charles Bonnet pense que l'enfant est toujours dans le ventre de sa mère et qu'il attend le sperme pour être stimulé.

Mais c'est en 1875 qu'Oscar Hertwig, en observant des oursins au microscope, constate qu'un spermatozoïde touchant un ovule est à l'origine de la fécondation ».

***1 + 1 = 1** : Aujourd'hui nous savons que les deux cellules ont un rôle primordial. Il faut un ovule et un spermatozoïde pour former une cellule-œuf qui donnera un nouvel être vivant. Il faut donc un homme et une femme pour faire un enfant ».*

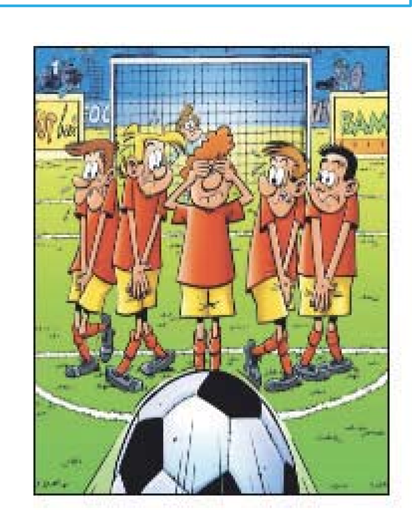
Nathalie Sené pour TDC, 2009

Objectifs

chapitre 1

La fonction reproductrice masculine





Objectifs visés :

→ **Identifier** l'histologie du testicule et ses fonctions ;
→ **Expliquer** le déroulement de la spermatogenèse ;
→ **Indiquer** le déterminisme hormonal des caractères sexuels secondaires ;
→ **Expliquer** les mécanismes de régulation des fonctions testiculaires.

Le footballeur Argentin Lionel Messi



à 3 ans



à 15 ans



à 22 ans



Le miroir me dit que je suis un pubère maintenant

La carte cognitive ci-dessous se rapportant à la notion de puberté a été réalisée en classe par des élèves de 4ème sport.



Analyser cette carte cognitive en vue de dégager certaines conceptions des élèves sur la puberté.

La transition de l'enfance à l'adolescence s'accompagne de changements physiques (augmentation de la taille des testicules, développement de la musculature, pilosité faciale et corporelle, mue de la voix…), physiologiques (éjaculations nocturnes de sperme…), psychologiques et sociaux. Ces transformations du corps rendent les adolescents aptes à se reproduire.

Un jeune homme consulte un médecin pour la première fois à l'âge de 17 ans ; il mesure alors 1 m 83 mais ne présente pas les signes extérieurs de la puberté. Un traitement par injection de testostérone a permis l'apparition des caractères sexuels secondaires ainsi que le développement de ses testicules, de son pénis et l'apparition des premières éjaculations.



Comment expliquer le fonctionnement testiculaire et sa régulation?



Notions de tissu, de glande (exocrine, endocrine et mixte), d'hormone, de mitose, de méiose, de caryotype, d'enzyme et de reproduction sexuée. Expériences d'ablation, de greffe et d'injection d'extraits, Ultrastructure de la cellule animale

Vérification-consolidation des pré-requis

I-Pour chacun des items suivants, mettre une croix devant la (ou les deux) réponse(s) correcte(s)

1- On désigne par le mot «tissu » l'ensemble :

a- de cellules ayant même structure et même fonction.
b- d'organes semblables accomplissant une même fonction.
c- de cellules différentes accomplissant une fonction déterminée.
d- d'appareils qui s'unissent pour accomplir des fonctions différentes.

2- La sécrétion de l'insuline et du glucagon :

a- est assurée par les acini.
b- est assurée par les ilots de Langerhans.
c- relève de la fonction exocrine du pancréas.
d- relève de la fonction endocrine du pancréas.

3- Une glande endocrine :

a- agit à distance.
b- sécrète des enzymes.
c- déverse ses secrétions dans la circulation sanguine.
d- déverse ses secrétions dans des canaux spécifiques.

4- La mitose est une division cellulaire qui :

a- caractérise la reproduction sexuée.
b- caractérise la reproduction conforme.
c- conserve le nombre de chromosomes de la cellule mère.
d- réduit à moitié le nombre de chromosomes de la cellule mère.

5- Chez l'espèce humaine, la méiose est une division cellulaire qui :

a- assure l'haploïdie des gamètes.
b- rétablit la diploïdie de l'espèce.
c- caractérise toutes les cellules de l'organisme.
d- caractérise les cellules souches des gamètes.

6- Les enzymes sont :

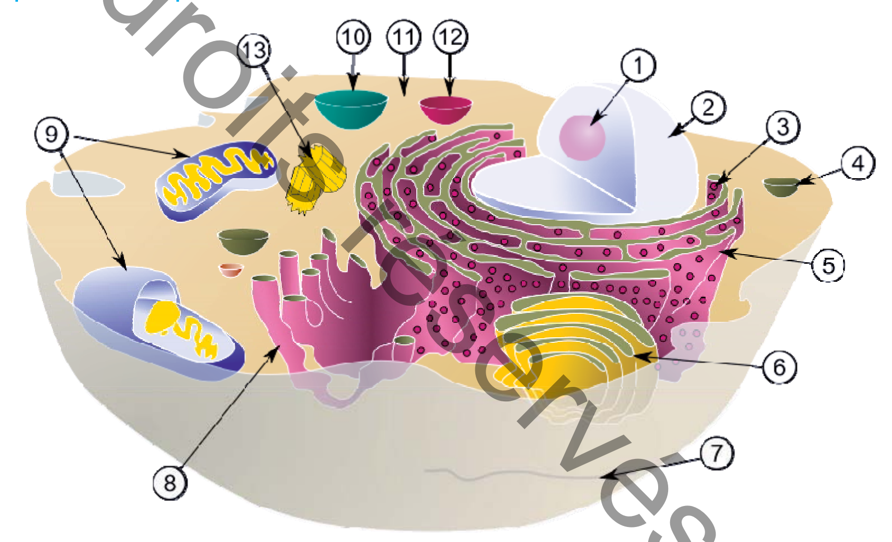
a- des biocatalyseurs.
b- de nature protidique.
c- spécifique du substrat.
d- dénaturées à haute température.

II- Associer à chaque définition de la liste A, l'expression correspondante de la liste B :

Liste A
Une molécule qui catalyse (accélère) les réactions biochimiques à l'intérieur des cellules.
Une molécule qui joue le rôle de messager dans tout l'organisme et même à l'extérieur pour venir se fixer sur les organes cibles.
Processus qui touche toutes les cellules de l'être vivant durant lequel une cellule mère donne naissance à 2 cellules filles identiques à elle génétiquement.
Processus aboutissant à la production de cellules sexuelles (gamètes) qui n'ont que la moitié des chromosomes de la cellule mère. Chaque cellule mère sépare son matériel génétique en deux afin de ne transmettre que sa moitié aux cellules filles.
Une opération chirurgicale qui consiste à remplacer un organe malade par un organe sain, appelé greffon et provenant d'un donneur. Elle ne réussit que suite à l'établissement d'une connexion sanguine entre greffon et porte greffe.

Liste B
Méiose
Greffe d'organe
Enzyme
Mitose
Hormone

III- Le schéma ci-dessous représente l'ultrastructure d'une cellule animale observée au microscope électronique à trois dimensions



Annoter ce schéma en utilisant la liste des expressions suivantes :

Réticulum endoplasmique rugueux (ou granuleux) - Appareil de Golgi- Cytosquelette - Réticulum endoplasmique lisse - Mitochondrie - Vacuole - Cytosol - Lysosome – Centriole - Nucléole- Noyau - Ribosome – Vésicule.

1. LA COMPOSITION DU SPERME HUMAIN :

Activité 1 : Se rappeler la composition du sperme humain

En Tunisie, 5 à 10 % des couples rencontrent des difficultés pour accéder à une grossesse tant désirée. Dans plus d'un tiers des cas, l'infertilité masculine est à l'origine de ce problème. L'impossibilité pour un homme de procréer est étroitement liée à la qualité de son sperme.

Pour déterminer les constituants de base du sperme humain, on recueille chez un adolescent un échantillon de sperme (figure a), on réalise une centrifugation de cet échantillon (figure b) et on observe au microscope un frottis de ce sperme (figure c). Le document 1 présente les résultats obtenus.



Fig a : Sperme humain

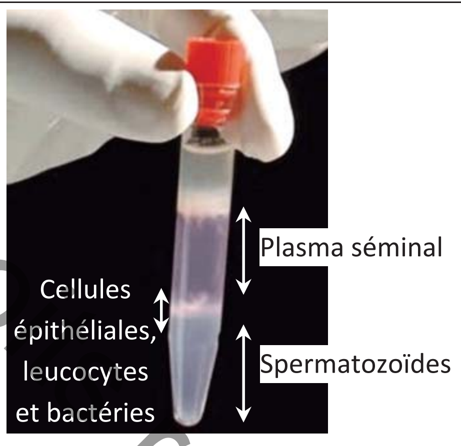


Fig b : Centrifugation du sperme humain



Fig c : Observation microscopique d'un frottis du sperme humain (X400)

Document 1



1. En **exploitant** les données du document 1, **déterminer** les constituants essentiels du sperme humain.
2. **Formuler** une hypothèse sur l'origine possible du sperme humain.

2. ORGANISATION DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR CHEZ L'HOMME

Activité 2 : Se rappeler de l'organisation de l'appareil reproducteur chez l'homme.

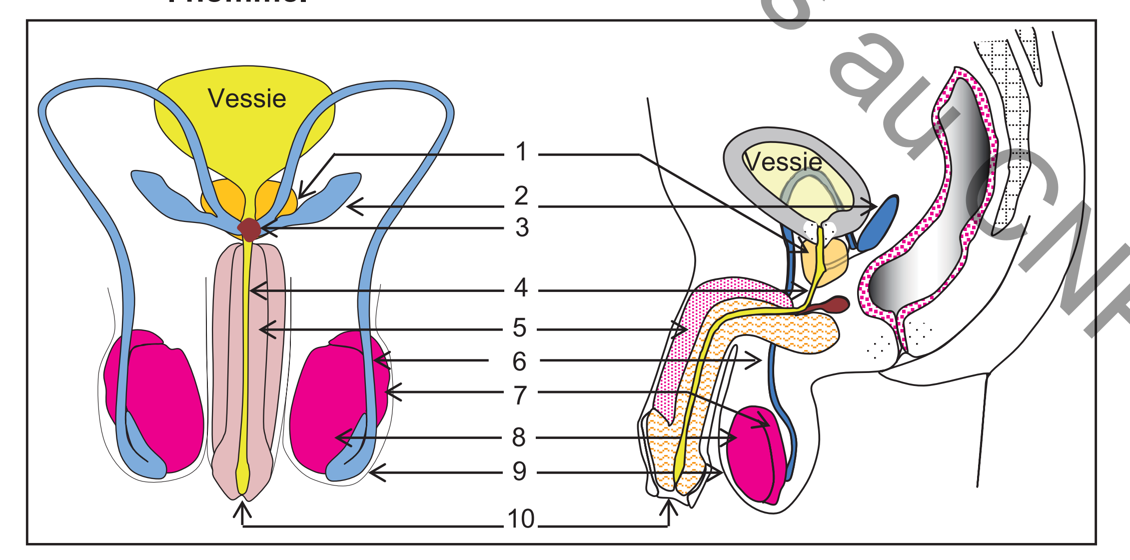


Figure a : Vue de face **figure b** : vue de profil

Document 2 : organisation de l'appareil reproducteur de l'homme

L'appareil génital de l'homme est constitué par les testicules, deux glandes sexuelles de la taille d'une noix, placées dans les bourses : deux poches situées sous le pénis. Cet organe de copulation est formé de corps spongieux et de corps caverneux. Les corps spongieux se terminant par le gland recouvert par le prépuce. Les testicules fabriquent les cellules de la reproduction, les spermatozoïdes. Une fois formés, les spermatozoïdes finissent leur maturation dans l'épididyme, « poche » située au sommet du testicule. Au bout de soixante-dix jours, ils sont capables de se déplacer seuls, et s'engagent dans un long canal, le canal déférent. Les deux canaux déférents (un pour chaque testicule) traversent la prostate, glande située sous la vessie, et s'abouchent dans l'urètre, le conduit qui court tout le long du pénis. La glande de cowper, la prostate et les vésicules séminales (glandes situées à l'arrière de la prostate) fabriquent un liquide nutritif, le liquide séminal qui servira à transporter et à assurer la survie des spermatozoïdes. Le pénis contient dans sa paroi un système veineux et musculaire qui lui permet de s'allonger et de se durcir au moment de l'acte sexuel.

Document 3 : extrait de « Contraception mode d'emploi » de M. Winckler



1. En **exploitant** les informations tirées du document 3:
   a- **Utiliser** les mots soulignés pour **annoter** le schéma de l'appareil reproducteur mâle représenté par le document 2.
   b- **Indiquer** le lieu où se produisent les spermatozoïdes.
2. A l'aide de flèches, **tracer** sur le schéma, le chemin parcouru par les spermatozoïdes de la production à l'éjaculation.
3. En se basant sur ce qui précède et les connaissances acquises, **reproduire** le tableau suivant et **compléter-le**:

ORGANES	NOMS	RÔLES
Gonades		
Voies Génitales		
Glandes annexes		
Organe de copulation		

3. LE TESTICULE : UNE GONADE À DOUBLE FONCTIONS :

Activité 3: **Déterminer les fonctions testiculaires**





Document 4 : appareil reproducteur en risque

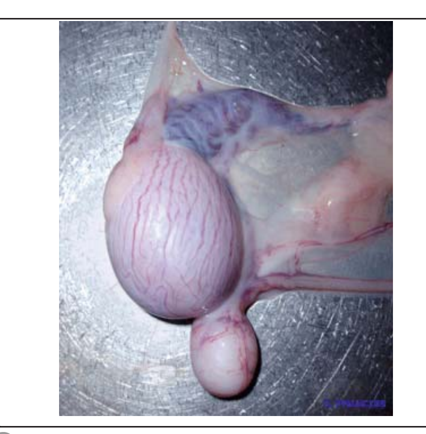
Les traumatismes des organes génitaux externes survenant lors de la pratique sportive sont fréquents et méritent d'être considérés. Ils laissent souvent des séquelles physiques, physiologiques et psychologiques, entraînant parfois un arrêt du sport ou une diminution des performances.
Un coup de pied ou de genoux orienté de bas en haut, d'avant en arrière va "écraser" le testicule contre le pubis. Les lésions testiculaires sont sources de problèmes génitaux et sexuels.
L'atrophie testiculaire est fréquente (50 % des cas) et d'autant plus grave que le sujet est jeune. Les conséquences sont très lourdes quand il s'agit d'un testicule unique : stérilité, impuissance, troubles endocriniens (production d'hormones sexuelles)…



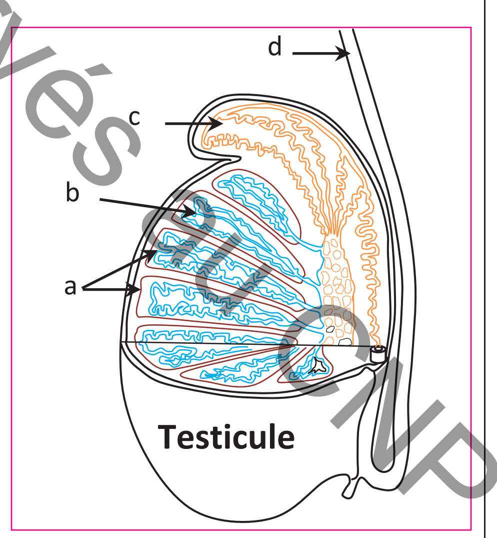
1- **Exploiter** les données du texte afin de **déduire** les fonctions du testicule.

3.1. LE TESTICULE ; UNE DUALITÉ STRUCTURALE :

Les testicules, situés dans une poche appelé "scrotum", sont disposés à l'extérieur du corps ce qui diminue leur température d'environ 2°C par rapport à la température corporelle. Bien qu'ils aient une taille variable selon les individus, les testicules mesurent en moyenne chez un homme adulte environ 3 cm de haut, 2 cm de large et 5 cm de profondeur pour un poids d'environ 18 g.



Chaque testicule est divisé en plusieurs **lobules testiculaires** lieu de la **spermatogenèse.**
Chaque lobule contient 2 à 3 **tubes séminifères contournés** d'une longueur de 80cm à 1m et d'un diamètre de 150 µm à 300 µm. Les tubes séminifères convergent vers **l'épididyme. Le canal déférent ou spermiducte** dont la longueur globale mesure chez l'homme 40 à 45 cm prolonge l'épididyme à l'arrière du testicule et permet aux spermatozoïdes de sortir de chacun des testicules et de rejoindre l'ampoule où ils s'accumulent.



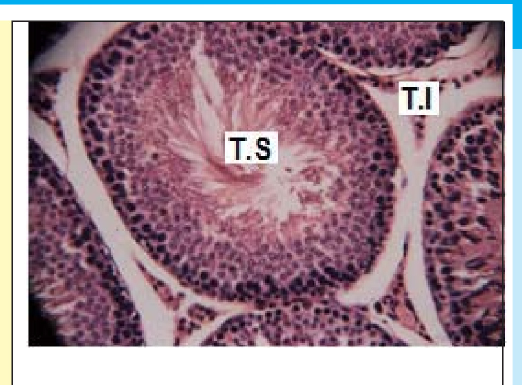


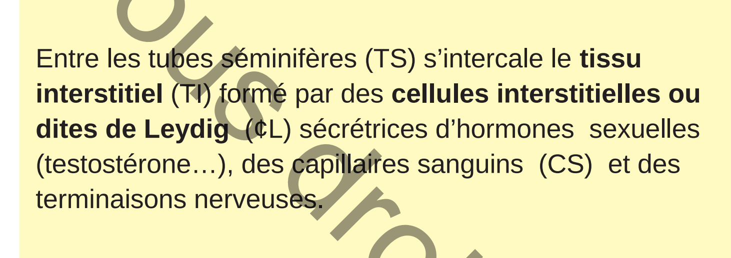
1- **Identifier** les éléments désignés par les lettres a, b, c et d.

Chaque tube séminifère limité par une paroi conjonctive contient deux types de cellules :

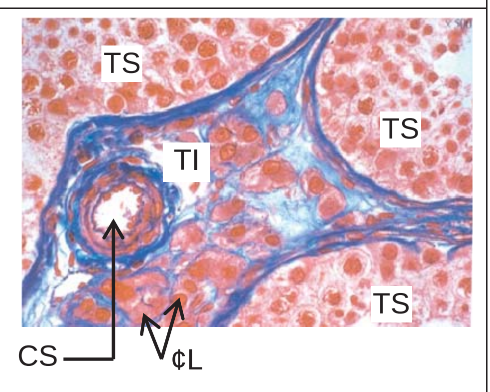
- Les Cellules Germinales : sont destinées pour donner les gamètes mâles ou spermatozoïdes.

- Les Cellules de Sertoli **:** sont des grandes cellules ayant un rôle nourricier et de soutien des cellules germinales.





Entre les tubes séminifères (TS) s'intercale le **tissu interstitiel** (TI) formé par des **cellules interstitielles ou dites de Leydig** (¢L) sécrétrices d'hormones sexuelles (testostérone…), des capillaires sanguins (CS) et des terminaisons nerveuses.



Document 5 : histologie testiculaire



2- En se **référant** au document 5 :

- **a- Titrer et légender** la figure ci-contre
- **b- Déduire** les fonctions testiculaires
- **c- Formuler** une hypothèse expliquant la relation entre la structure du testicule et ses fonctions
- **d- Comment** peut-on **vérifier** expérimentalement l'hypothèse proposée ?



3.2. LE TESTICULE : UNE DUALITÉ FONCTIONNELLE

Activité 4 : Déterminer expérimentalement les fonctions testiculaires

Constat :

La **cryptorchidie** est une anomalie qui affecte la descente des testicules de la cavité abdominale vers les bourses au cours de la vie fœtale (la rétention des testicules à l'intérieur de la cavité abdominale soumet les cellules germinales à des températures élevées pour leur développement normal). Les individus cryptorchides présentent des caractères sexuels secondaires normaux mais ils sont stériles.

La figure 1 présente une coupe de testicule d'un individu normal, alors que la figure 2 présente une coupe de testicule d'un individu cryptorchide :

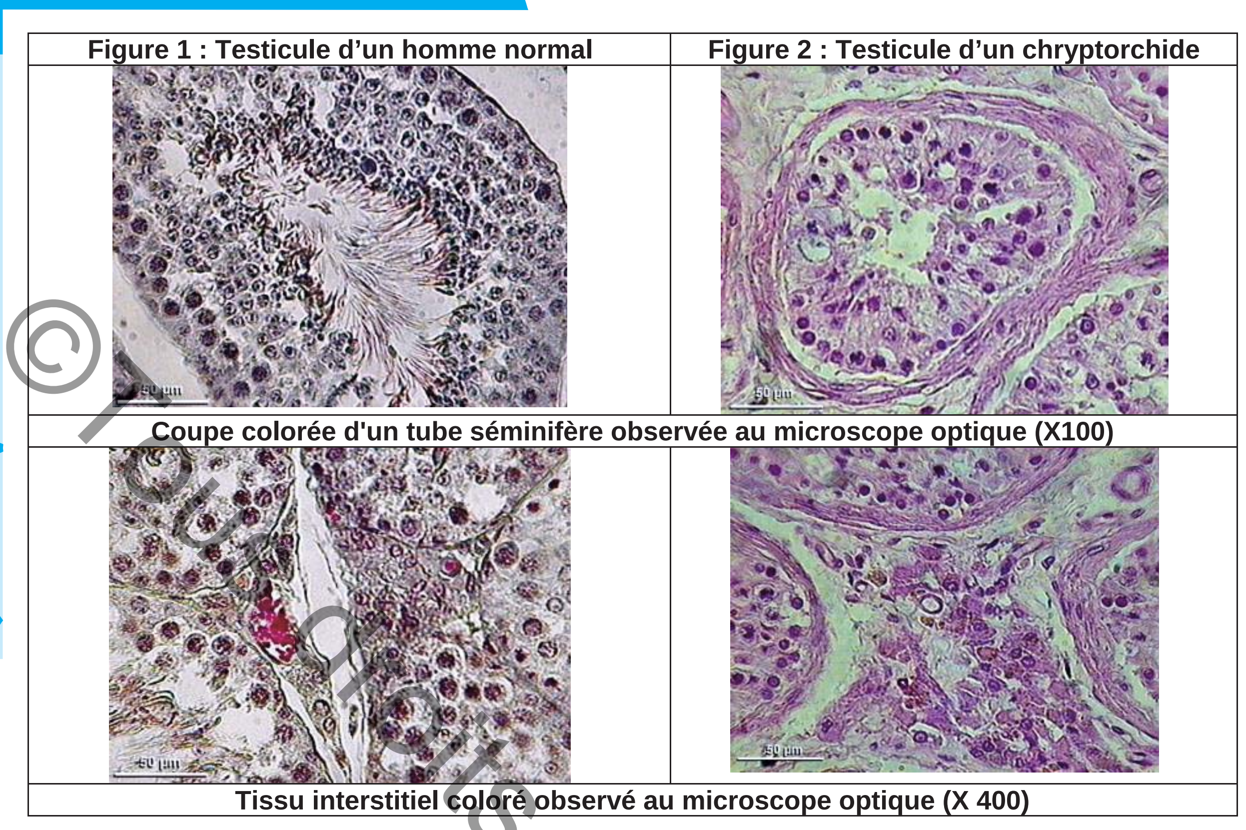


Figure 1 : Testicule d'un homme normal — Figure 2 : Testicule d'un chryptorchide

Coupe colorée d'un tube séminifère observée au microscope optique (X100)

Tissu interstitiel coloré observé au microscope optique (X 400)



1- Comparer ces deux figures

2- Proposer des hypothèses quant aux rôles physiologiques de la paroi du tube séminifère et celui du tissu interstitiel.

Pour tester les hypothèses proposées, on réalise les expériences suivantes :

Expériences	***Schémas explicatifs***	***Résultats***
❶ : Rat mâle pubère normal		- Activité normale des testicules - Apparition des caractères sexuels à la puberté (développement du pénis)
❷ : Ablation des testicules d'un rat pubère normal (= Castration)		- Le rat devient stérile - Atrophie du tractus génital (vésicules séminales, prostate,…) - Régression des caractères sexuels secondaires
❸ : Ablation des testicules d'un rat à la naissance		À l'âge habituel de maturité sexuelle le tractus génital reste rudimentaire, Les caractères sexuels secondaires n'apparaissent pas et l'animale est stérile
❹ : Castration suivie d'une greffe de testicule sous la peau		- La stérilité persiste - Restauration progressive du tractus génital et des caractères sexuels secondaires

❺ : Castration puis injections d'un broyat testiculaire ou de testostérone		Même résultat que celui de l'expérience 4.
❻ : Section des nerfs innervant les testicules		-Activité normale des testicules -Apparition des caractères sexuels à la puberté (développement du pénis)



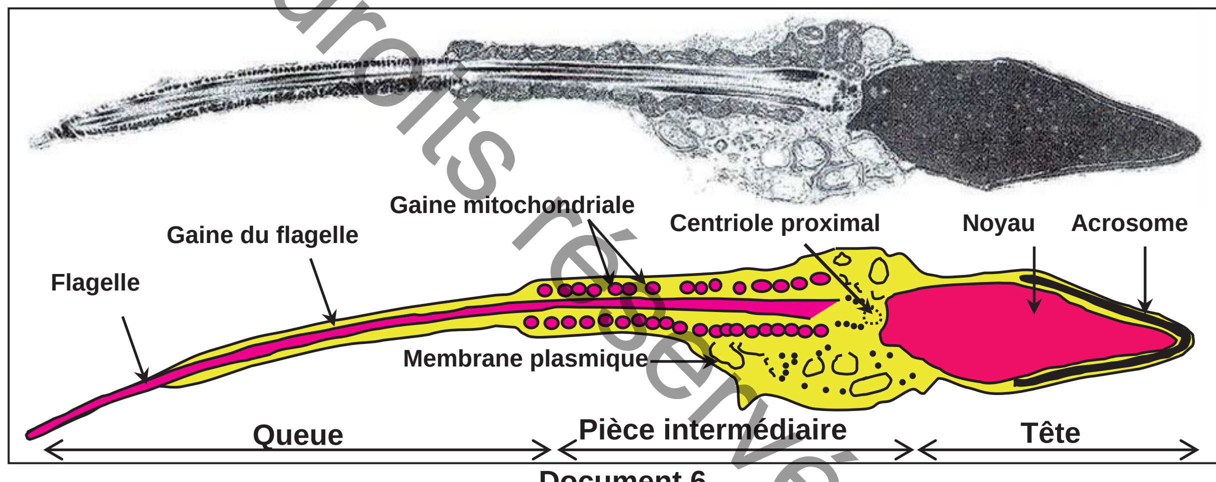
3- **Analyser** les résultats des expériences en vue de valider ou réfuter l'hypothèse proposée.
4- **Déduire** le facteur déterminant l'apparition des caractères sexuels masculins.

3.2.1 LA SPERMATOGENÈSE : LA FONCTION EXOCRINE DU TESTICULE

A) LE SPERMATOZOÏDE, UNE CELLULE SPÉCIALISÉE

Activité 5 : Dégager les particularités cytologiques du spermatozoïde

Le document 6 représente l'ultrastructure d'un spermatozoïde humain observé au microscope électronique.



Document 6

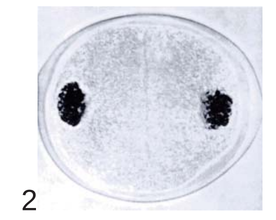
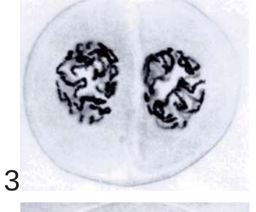
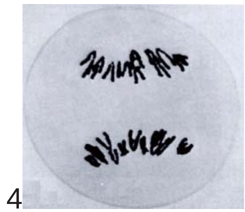
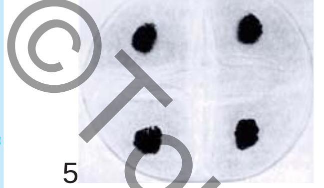


1- **Faire** un schéma d'interprétation d'un spermatozoïde.
2- **Enumérer** les particularités cytoplasmiques et chromosomiques du spermatozoïde.
3- En se basant sur les connaissances, **établir** le rapport entre les particularités du spermatozoïde et sa fonction.
4- **Proposer** une méthode de travail permettant d'expliquer sa genèse.

B) ETAPES DE LA SPERMATOGENESE

Activité 6 : Se rappeler de la méiose et ses caractéristiques :

La méiose est une double division qui permet de réduire de moitié le nombre de chromosomes. Le document ci-après correspondant à des photographies en microscopie optique de cellules à l'origine des gamètes mâles d'une souris (2n = 24).

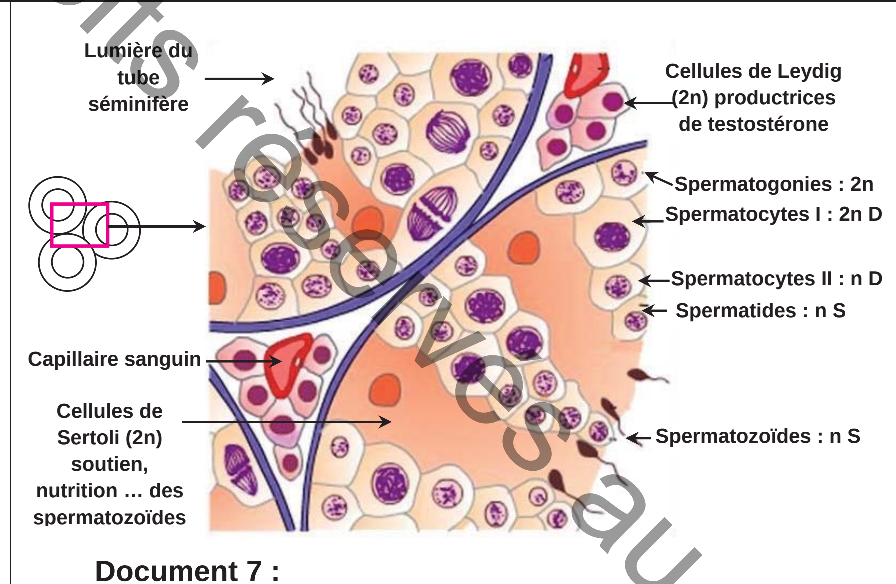
1 
2 
3 
4 
5 
6 
7 
8 



1- **Identifier** les étapes de la méiose.
2- **Ordonner** ces étapes.
3- **Rappeler** les caractéristiques de la méiose.

Activité 7 : Expliquer le déroulement de la spermatogenèse

L'observation microscopique d'une coupe de tube séminifère montre que sa paroi présente deux catégories de cellules :

<table>
<tr>
<td>
* les cellules de Sertoli qui ont un rôle sécréteur, de soutien et de nutrition.
* les cellules germinales (cellules souches des gamètes) qui sont à l'origine des gamètes mâles ou spermatozoïdes.
</td>
<td>


Document 7 :
</td>
</tr>
</table>

S: Simple D: Dupliqué



1- Parmi les cellules de la paroi du tube séminifère, **classer** les cellules souches des gamètes en cellules diploïdes et cellules haploïdes.

cellules diploïdes	cellules haploïdes

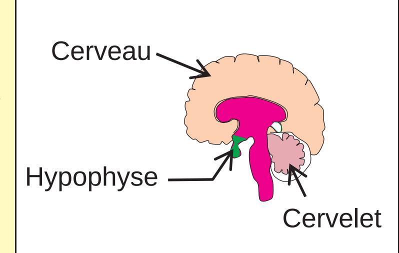
2- **Dégager** les types de divisions cellulaires qui interviennent dans la spermatogenèse.
3- **Reconnaitre** les principales étapes de la formation du spermatozoïde.
4- **Représenter** par un schéma simple les étapes de la spermatogenèse.

4. RÉGULATION DES FONCTIONS TESTICULAIRES

Activité 8 : Découvrir les mécanismes régulateurs du fonctionnement testiculaire

Observations cliniques :

Des signes cliniques de l'atrophie des testicules (stérilité, absence ou faible développement de certains caractères masculins) sont souvent dus à un déficit d'origine hypophysaire. Il est possible d'améliorer l'état de ces malades en réalisant des injections de produits extraits de l'hypophyse.





1- **Emettre** une hypothèse montrant les interactions entre l'hypophyse et les testicules.

4.1. ACTION DE L'HYPOPHYSE ANTERIEURE SUR LES TESTICULES :

Dans le but de déterminer les interactions entre l'hypophyse antérieure et les testicules, on réalise les deux séries d'expériences suivantes :

Première série d'expériences :

Expériences	Résultats
❶Ablation(1) de l'hypophyse (hypophysectomie) chez un rat pubère normal.	→Atrophie des testicules et du tractus génital ; →Arrêt de la production des spermatozoïdes et de la testostérone. →Régression des caractères sexuels secondaires.
❷Injection d'extraits hypophysaires au rat hypophysectomisé.	→Rétablissement du fonctionnement normal des testicules et développement du tractus génital. →Restauration des caractères sexuels secondaires.

Deuxième série d'expériences :

Expériences	Résultats :			
	Cellules de la lignée germinale	**Cellules de Sertoli**	**Cellules interstitielles de Leydig**	**Caractères sexuels secondaires**
❸Injection de **LH**(2) seule à un rat impubère	au repos	peu développées	activées	développés
❹Injection de FSH(3) seule à un rat impubère	Activée mais sans production de spermatozoïdes	développées	inactivées	absents
❺Injections simultanées de LH et de FSH à un rat impubère	Activée avec production de spermatozoïdes	développées	activées	développés

(1) Ablation, nom féminin = Action d'enlever un organe, une tumeur…
(2) et **(3)** la FSH et la LH sont des hormones libérées par l'hypophyse antérieure.



2- **Analyser** les résultats de la première série d'expériences en vue de **déterminer** la voie de communication entre l'hypophyse et les testicules.

3- **Analyser** les résultats de la deuxième série d'expériences en vue de **préciser** les cellules cibles de la FSH et de la LH chez le mâle.

4.2. ACTION DES TESTICULES SUR L'HYPOPHYSE ANTÉRIEURE:

Dans le but de déterminer l'action de l'activité testiculaire sur l'hypophyse antérieure, on réalise les expériences suivantes :

Expériences	Résultats
① Castration d'un rat adulte.	Hypertrophie de l'hypophyse et sécrétion massive de gonadostimulines (FSH et LH)
② Injection de testostérone chez le rat castré.	- Baisse rapide du taux sanguin de LH - Maintien du taux de FSH élevé
③ Destruction, par irradiation, des tubes séminifères	- Augmentation du taux sanguin de FSH - Maintien du taux normal de LH
④ Injection d'inhibine chez un animal normal	- Baisse du taux sanguin de FSH - Maintien du taux sanguin de LH



4- **Analyser** les résultats des expériences en vue de **préciser** l'action exercée par les testicules sur l'hypophyse.

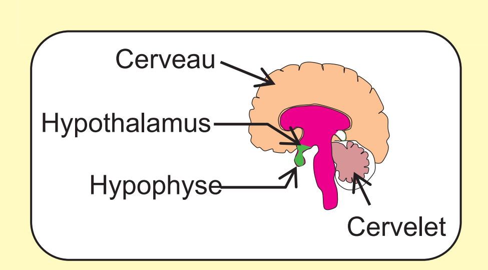
5- **Exploiter** les informations précédentes afin de **résumer** les interactions entre hypophyse antérieure et testicules.

4.3. INTERACTIONS ENTRE LES TESTICULES ET L'HYPOTHALAMUS :

Observations cliniques :

Des signes cliniques de l'atrophie des testicules (stérilité, absence ou faible développement de certains caractères masculins) sont souvent dus à un déficit d'origine hypothalamique.

Il est possible d'améliorer l'état de ces malades en réalisant des injections de produits extraits de l'hypothalamus.





6- **Emettre** une hypothèse montrant les interactions entre l'hypothalamus et les testicules.

Pour vérifier l'hypothèse émise, on réalise les expériences suivantes :

Expériences	Résultats
❶ Lésion de certaines zones de l'hypothalamus chez un mammifère	- Atrophie des testicules - Arrêt de la spermatogenèse et de la sécrétion de la testostérone
❷ Administration de testostérone dans l'hypothalamus d'un animal normal	Baisse de la fréquence et de l'amplitude des pulses de l'hormone [(4)]GnRH (**Go**nadotropin-**r**eleasing **h**ormon)
❸ Injection de testostérone radioactive chez une souris mâle pubère castrée puis autoradiographie d'une coupe d'hypothalamus	La **radioactivité** est visible au niveau du noyau arqué de l'hypothalamus (sur des récepteurs spécifiques présents au niveau des neurones hypothalamiques)

[(4)] GnRH : neuro-hormone sécrétée par certains noyaux hypothalamiques.



7- **Analyser** les résultats des expériences précédentes afin de **préciser** les interactions entre hypothalamus et testicules.

4.4. MISE EN EVIDENCE DE LA RELATION ENTRE L'HYPOTHALAMUS ET L'HYPOPHYSE : LE COMPLEXE HYPOTHALAMO-HYPOPHYSAIRE.

Activité 9 : Dégager la relation hormonale entre l'hypothalamus et l'hypophyse

Observations cliniques :

- Les hommes atteints du syndrome de Kallman de Morsier présentent un déficit de maturité et de fonctionnement des gonades. Dans les cas les plus sévères, ce syndrome se caractérise par une immaturité complète des testicules associée à un défaut total de production des gamètes ♂. Son origine est connue: les neurones de l'hypothalamus secrétant la GnRH ne sont pas physiquement connectés aux capillaires de la tige hypophysaire et ne peuvent donc y sécréter la GnRH. Les bilans hormonaux de ces patients révèlent des taux sanguins presque indétectables de LH et FSH, ainsi que des taux très bas de testostérone.
- Lorsqu'on réalise une greffe **ectopique** de l'hypophyse, c'est-à-dire en un point quelconque du corps (hors de son lieu d'origine) chez un animal hypophysectomisé, on remarque une production passagère de FSH et de LH dans le sang, suivi d'un arrêt de cette production.



1- Emettre une hypothèse montrant les interactions entre l'hypothalamus et l'hypophyse.

Pour vérifier l'hypothèse émise, on réalise les expériences suivantes :

Expériences	Résultats
❶ Destruction des neurones du noyau arqué de l'hypothalamus.	→Arrêt de la libération des gonadostimulines (LH et FSH) par l'hypophyse.
❷ Stimulations électriques des neurones du noyau arqué de l'hypothalamus.	→Augmentation brutale de la libération des gonadostimulines par l'hypophyse.
❸ Prélèvement du sang dans le réseau capillaire de la tige pituitaire.	→Isolement d'un neuropeptide, la GnRH.
❹ Dosage des taux sanguins de GnRH et de LH durant une période de 16 heures.	GnRH (pg.ml⁻¹) : 0, 10, 20 ; heures : 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 — LH (ng.ml⁻¹) : 0, 1, 2, 3 ; heures : 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16
❺ Destruction des neurones du noyau arqué de l'hypothalamus et perfusion de GnRH :	
- en cas où la perfusion de GnRH est pulsatile.	→ augmentation de la concentration plasmatique de LH
- en cas où la perfusion de GnRH est continue.	→ chute du taux plasmatique de LH.



2- **Analyser** les résultats des expériences précédentes afin de **préciser** la relation entre l'hypothalamus et l'hypophyse antérieure.

3- **Compléter** le document 8 par des flèches, des signes (+) et (-) et les noms des hormones pour **résumer** toutes les interactions entre le complexe hypothalamo-hypophysaire et les testicules.

Hypothalamus
....
....
....
Hypophyse
....
....
....
....
......
.....
Testicule
Tubes séminifères
Tissu interstitiel
......
cellules de Sertoli
Cellules germinales
....
.....
cellules de Leydig
....
....
....
....
Spermatozoïdes
Apparition et développement des caractères sexuels masculins (caractères sexuels primaires et secondaires)

Schéma fonctionnel de la régulation du fonctionnement du testicule

Document 8



Bilan des connaissances

1.LE SPERME HUMAIN:



Le **sperme** est un liquide biologique blanchâtre et d'aspect visqueux, expulsé du corps lors de l'éjaculation. Il est composé de liquide séminal et de spermatozoïdes. (activité 1)

2.ORGANISATION DE L'APPAREIL GENITAL DE L'HOMME

Organes	Noms	Rôles
Gonades	deux testicules	fonction exocrine : production des spermatozoïdes. fonction endocrine : sécrétion d'hormones sexuelles (testostérone, inhibine...)
Voies Génitales	deux épididymes	capacitation /décapacitation des spermatozoïdes.
	deux canaux déférents	Voie de passage des spermatozoïdes.
	l'urètre	émission du sperme à l'extérieur
Glandes annexes	deux vésicules séminales	produisent le liquide séminal qui assure la nutrition et le transport des spermatozoïdes.
	la prostate	
	deux glandes de Cowper	
Organe de copulation	la verge ou pénis	Copulation (activité 2)

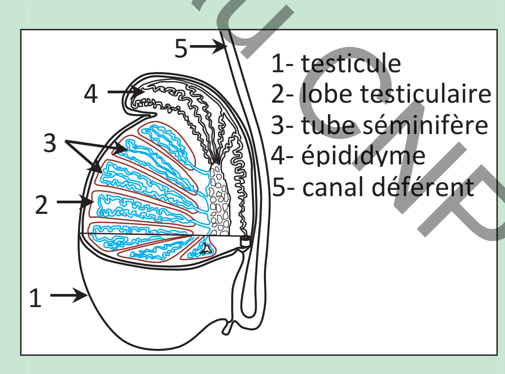
3.LE TESTICULE : UNE DUALITÉ STRUCTURALE ET FONCTIONNELLE

3.1. LA DUALITÉ STRUCTURALE

Macroscopiquement, le testicule est composé de lobules pyramidaux (250 à 300). Chaque lobule renferme 1 à 4 tubes séminifères qui baignent dans un tissu conjonctif appelé tissu interstitiel.

Microscopiquement, le testicule est formé de différents types de cellules :

Cellules testiculaires		Localisation
Germinales		Tubes séminifères
somatiques	Cellules de Sertoli	Tubes séminifères
	Cellules de Leydig	Tissu interstitiel



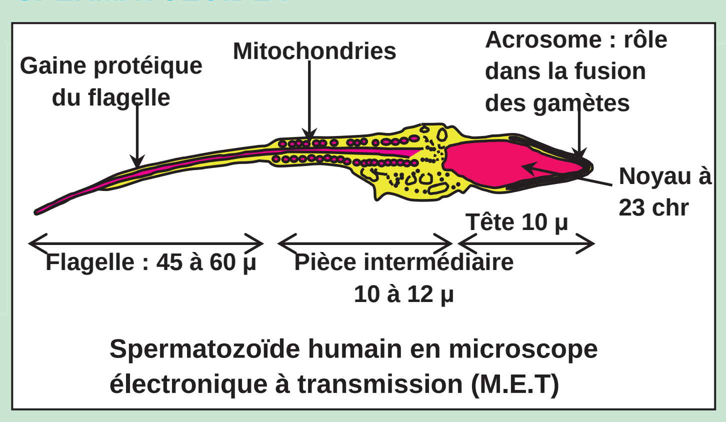
(activité 3)

3.2. LA DUALITÉ FONCTIONNELLE

3.2.1. LA FONCTION EXOCRINE DU TESTICULE : LA SPERMATOGENÈSE

A- LA STRUCTURE DU SPERMATOZOÏDE :

Le spermatozoïde est une cellule de petite taille et de durée de vie de 2 à 5 jours. C'est une cellule spécialisée qui possède des caractéristiques cytologiques qui lui permettent d'accomplir sa fonction (la fécondation).



Spermatozoïde humain en microscope électronique à transmission (M.E.T)

*** Les caractéristiques cytoplasmiques :** Le spermatozoïde est une cellule mobile, formée d'une tête, d'une pièce intermédiaire et d'un flagelle (une queue).Il est caractérisé par :

- une forme allongée hydrodynamique,
- la présence d'un organe locomoteur, le flagelle, dont les battements permettent au spermatozoïde de se déplacer et d'aller à la rencontre du gamète femelle,
- la présence d'une pièce intermédiaire qui contient de nombreuses mitochondries produisant l'ATP nécessaire au mouvement du spermatozoïde.
- une masse cytoplasmique très faible,
- La présence d'un acrosome contenant les enzymes nécessaires à la traversée des enveloppes du gamète femelle, lors de la fécondation.

*** La caractéristique chromosomique :** le spermatozoïde est une cellule haploïde à **n= 23** chromosomes simples.

B- DÉROULEMENT DE LA SPERMATOGENÈSE :

La spermatogenèse se déroule dans la paroi des tubes séminifères en sens centripète et dure environ 80 jours. Elle comprend 4 phases :

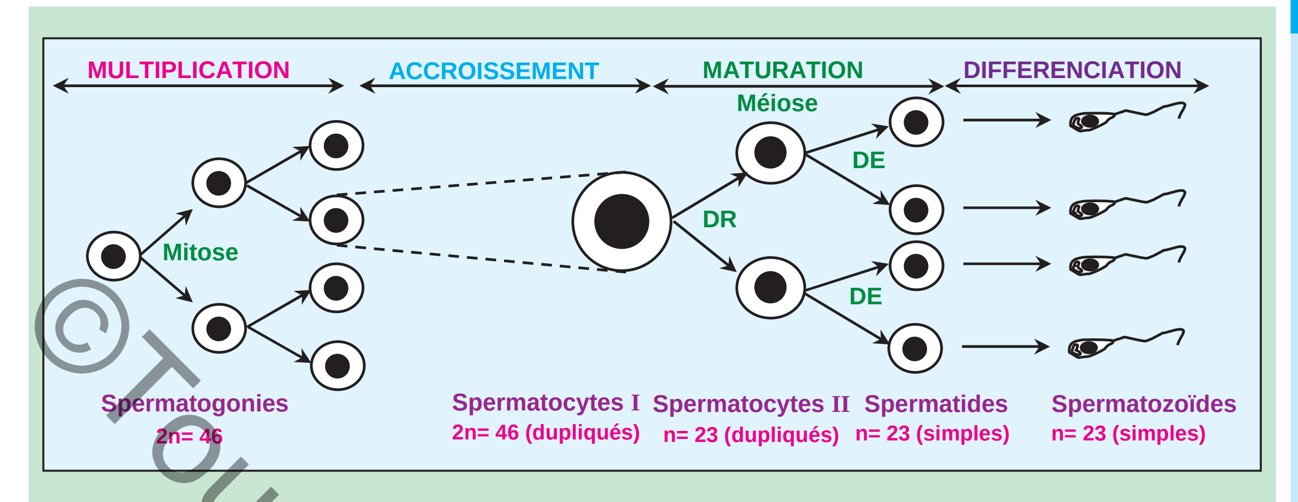
*** la phase de multiplication :** les spermatogonies (à 2n chromosomes) se multiplient par mitoses pour assurer à la fois la conservation du capital de cellules germinales souches et l'augmentation du nombre de spermatocytes qui vont subir la spermatogenèse ;

*** la phase d'accroissement :** certaines spermatogonies augmentent de taille et deviennent des spermatocytes I (à 2n chromosomes dupliqués) ;

*** la phase de maturation :** chaque spermatocyte I subit les deux divisions de la méiose :

- la division réductionnelle (DR) qui donne deux spermatocytes II chacun à n chromosomes dupliqués;
- la division équationnelle (DE): chaque spermatocyte II donne deux spermatides chacune à n chromosomes simples.

*** la phase de différenciation ou spermiogenèse:** les spermatides subissent de profonds remaniements pour donner des spermatozoïdes : réduction du cytoplasme, formation de l'acrosome, apparition de la pièce intermédiaire et du flagelle…



3.2.2. LA FONCTION ENDOCRINE DU TESTICULE : HORMONOGENÈSE.

- Les **cellules de Leydig** du tissu interstitiel sécrètent de façon pulsatile la **testostérone** ; hormone sexuelle nécessaire:
  - au maintien d'un développement et d'un fonctionnement normal de l'appareil génital ;
  - à l'apparition et le maintien des caractères sexuels secondaires ;
  - au déroulement de la spermatogenèse en stimulant les cellules de Sertoli.
- Les **cellules de Sertoli** synthétisent une hormone peptidique **l'Inhibine**, et une protéine de liaison l'*androgenbindingprotein* **(ABP)** indispensable à la fixation de la testostérone sur les cellules souches des gamètes.

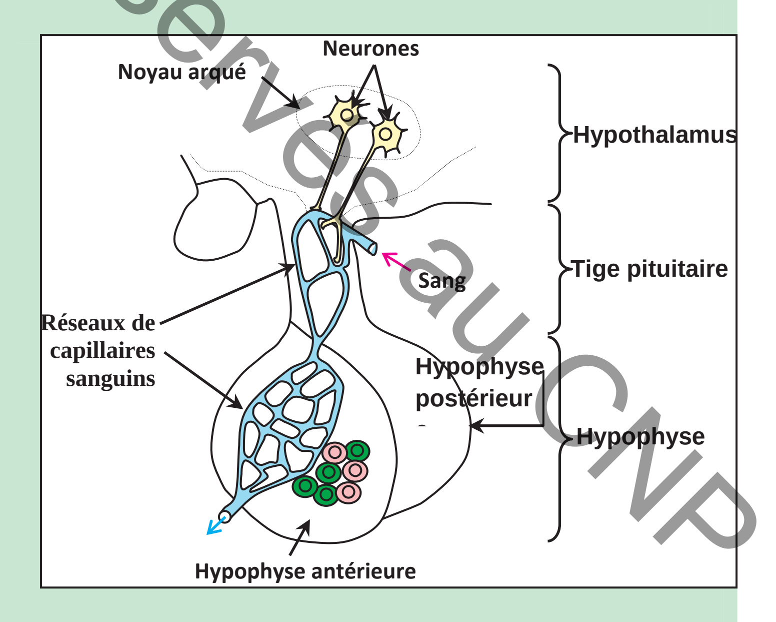
(activités 3 et 4)

4. LA REGULATION DES FONCTIONS TESTICULAIRES :

4.1. L'ACTIVITE TESTICULAIRE EST SOUS CONTROLE DU COMPLEXE HYPOTHALAMO-HYPOPHYSAIRE

L'hypothalamus reçoit et intègre en permanence deux types de messages nerveux :

- les uns en provenance des récepteurs réagissant avec les stimuli de l'environnement externe (visuels, olfactifs, tactiles...) ;
- les autres en provenance de l'environnement interne (paramètres plasmatiques). Il y répond de diverses manières. En particulier, certains de ses neurones produisent une **neurohormone** (hormone libérée par un neurone) la **GnRH** *(gonadotropin releasing hormon* ou **gonadolibérine**).



La **GnRH** sécrétée passe dans la circulation sanguine au niveau de la tige pituitaire et atteint l'hypophyse antérieure où elle se fixe sur les récepteurs des cellules sécrétrices de FSH et de LH déclenchant la sécrétion de gonadostimulines (**FSH** et **LH**). La sécrétion de **GnRH**, de **LH** et de **FSH** est pulsatile (sous forme de pulses).

→L'Hypothalamus contrôle donc la sécrétion de la FSH et de la LH par l'hypophyse ; en réponse à chaque pic de GnRH :

- certaines cellules hypophysaires produisent de la **LH** qui est une **hormone** *(glycoprotéique)*.
- une seconde population de cellules hypophysaires produisent de la **FSH** (**hormone** *glycoprotéique et chimiquement proche de la LH).* **LH et FSH** sont libérées dans la circulation générale par le flux sanguin qui quitte l'hypophyse. Elles stimulent des **cellules cibles** situées dans les testicules, c'est pourquoi on les appelle des **gonadostimulines.**

- La **LH** stimule les cellules de Leydig pour provoquer la sécrétion de la **testostérone.**
- La **FSH** stimule:

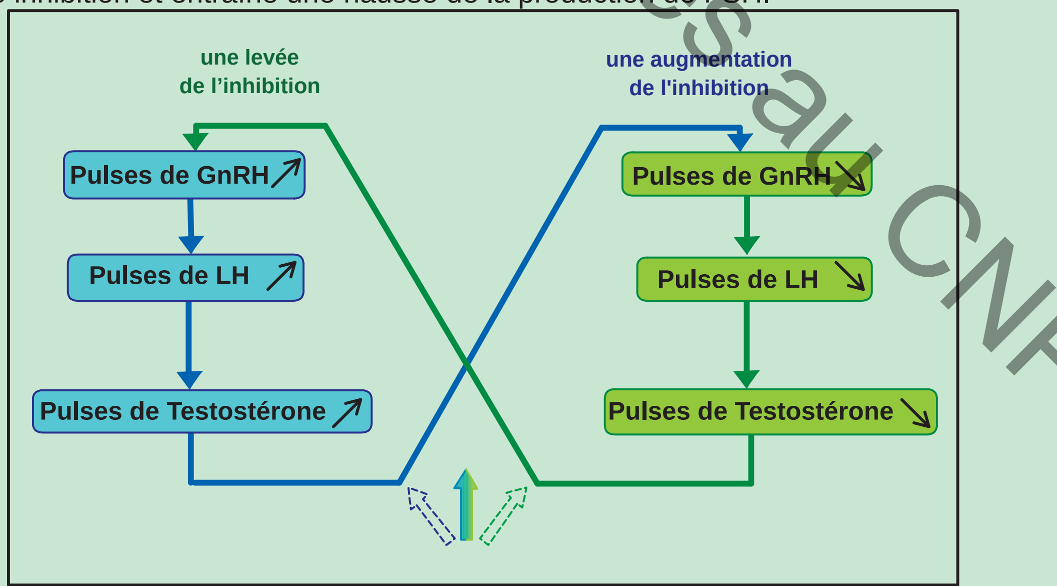
- les cellules de Sertoli pour secréter une protéine l'**ABP** responsable du transport de la testostérone vers les cellules germinales pour activer la spermatogenèse (parce que les cellules germinales ne possèdent pas des récepteurs pour la **testostérone**) ;
- les spermatogonies pour déclencher la spermatogenèse.

4.2. LE COMPLEXE HYPOTHALAMO-HYPOPHYSAIRE EST SOUS CONTROLE TESTICULAIRE : LE RETROCONTROLE (FEED-BACK) TESTICULAIRE :

Les testicules, gonades à l'origine de la production de **testostérone**, exercent une rétroaction négative sur l'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire. En effet, les cellules de l'hypothalamus et de l'hypophyse détectent en permanence la teneur de la testostérone dans le sang.

Une augmentation de la concentration plasmatique de **testostérone** inhibe la production de **LH** ; c'est la rétroaction négative exercée par la testostérone sur le complexe hypothalamohypophysaire. Une diminution de la concentration plasmatique de **testostérone** lève partiellement cette inhibition et entraîne une hausse de la production de **LH.**

Une augmentation du taux plasmatique d'**inhibine** freine la sécrétion de **FSH** ; c'est le rétrocontrôle négatif exercé par les tubes séminifères sur l'antéhypophyse. Une diminution de la concentration plasmatique de **l'inhibine** lève partiellement cette inhibition et entraîne une hausse de la production de FSH.



Du fait de sa dégradation, le taux plasmatique de testostérone varie en permanence, le complexe hypothalamo-hypophysaire détecte ses fluctuations et adapte en conséquence la sécrétion de GnRH et gonadostimulines.

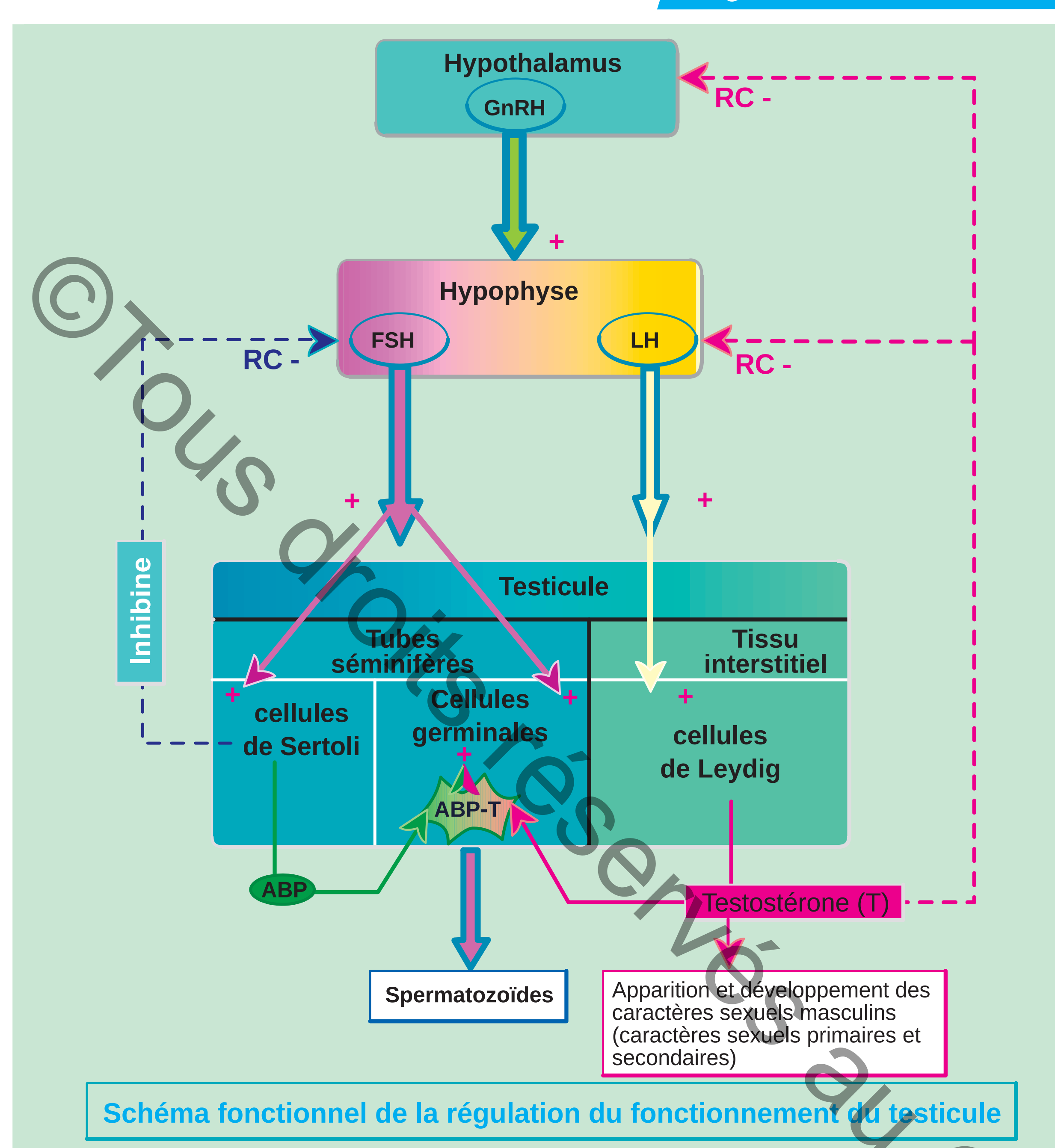


Schéma fonctionnel de la régulation du fonctionnement du testicule

+ : stimulation	- : inhibition	RC= rétrocontrôle



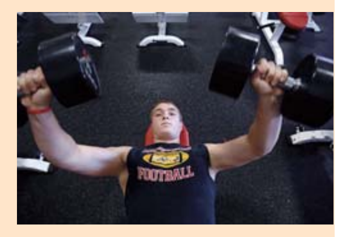
POUR EN SAVOIR PLUS :

Pourquoi les testicules sont-ils sensibles ?

Ce sont des organes très sensibles, tous les messieurs qui ont reçu un coup dans le bas ventre, comme le disent les commentateurs sportifs, le confirmeront et cette sensibilité est en fait facile à comprendre.
Les testicules sont très riches en vaisseaux et en nerfs. Le moindre traumatisme, le moindre choc sur ces testicules est douloureux, ce coup va les faire remonter, ils vont venir cogner contre l'os du bassin, ce qui va bien sûr, augmenter encore les effets du choc et la douleur. Contrairement à ce qu'on dit souvent, aller uriner après un coup dans les testicules, ne sert strictement à rien, le canal qui permet de faire pipi ne passe pas du tout par là.

Ce qu'il faut faire surtout si la douleur persiste plus de quelques minutes, est de vérifier que la couleur du testicule ne change pas, et surtout, qu'il ne grossit pas parce que dans ce cas là il peut s'agir d'un hématome ou même d'une rupture d'une des enveloppes du testicule. Il faut consulter très vite aux urgences. Si les examens montrent la présence d'une de ces complications, on peut être amené à opérer sous peine de perdre un testicule.

Le sport est bénéfique pour les spermatozoïdes



Certains sports, comme l'haltérophilie, augmenteraient la concentration du sperme en gamètes.

Le nombre moyen de spermatozoïdes par millilitre de sperme est un des facteurs qui peut expliquer la baisse de fertilité masculine.

L'activité physique augmenterait la concentration en spermatozoïdes. C'est ce que vient de montrer une étude présentée lors du congrès annuel de la société américaine de médecine reproductive à Boston.

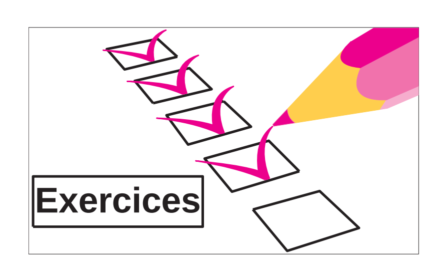
«Nous avons constaté que les hommes qui se livrent à une activité modérée ou vigoureuse pendant au moins 1 heure par jour présentent une concentration de spermatozoïdes significativement plus élevée que ceux qui sont sédentaires», explique au Figaro Audrey Gaskins, coauteur de l'étude.

Pour cette expérience, les chercheurs de l'école de santé publique de Harvard ont examiné le sperme de 137 hommes venus consulter pour des problèmes de fertilités au Massachusetts Hospital. Les différences de concentration de spermatozoïdes pouvaient atteindre jusqu'à 48 % entre les hommes les plus sédentaires et les plus actifs. Des résultats qui confirment ceux d'une précédente étude publiée par la même équipe dans le British Journal of Sports Medicine en 2012 selon laquelle les hommes qui pratiquent une activité physique plus de 15 heures par semaine ont une concentration en spermatozoïdes 73 % supérieure à ceux qui bougent moins de 5 heures.

Vitamine D et testostérone

Cette fois, les chercheurs de Harvard ont voulu aller plus loin et savoir quelles activités favorisaient la production de spermatozoïdes: les activités de plein air comme le jardinage, ou encore des sports comme l'haltérophilie apparaissent particulièrement bénéfiques. Pour Audrey Gaskins, l'haltérophilie pourrait favoriser la spermatogénèse en augmentant le taux de testostérone. L'exposition aux rayons du soleil pendant le jardinage pourrait stimuler la fertilité en augmentant les niveaux de vitamine D. Mais tous les sports ne possèdent pas les mêmes avantages. Ainsi les cyclistes présentaient des concentrations en spermatozoïdes particulièrement faibles. Ce qui pourrait s'expliquer par la pression exercée par la selle du vélo sur le scrotum, selon Audrey Gaskins. L'exercice physique n'avait en revanche aucune influence sur la mobilité et la qualité des spermatozoïdes, qui sont également des déterminants de l'infertilité masculine.

Par F Anne Prigent - le 18/10/2013



A-RESTITUTION DES CONNAISSANCES

Exercice n° 1 : QCM : Relever pour chaque item la réponse correcte.

1- Le liquide séminal est produit par :
- **a-** les testicules
- **b-** les épididymes
- **c-** les voies génitales
- **d-** les glandes annexes

2- Le tissu interstitiel du testicule est considéré comme une glande :
- **a-** mixte
- **b-** génitale
- **c-** exocrine
- **d-** endocrine

3- Les spermatozoïdes acquièrent leur maturité dans :
- **a-** la prostate
- **b-** l'épididyme
- **c-** les tubes séminifères
- **d-** les vésicules séminales

4- Au cours de la spermatogenèse, la réduction du nombre de chromosomes des cellules germinales se produit au cours de la phase :
- **a-** de maturation
- **b-** de multiplication
- **c-** d'accroissement
- **d-** de différenciation

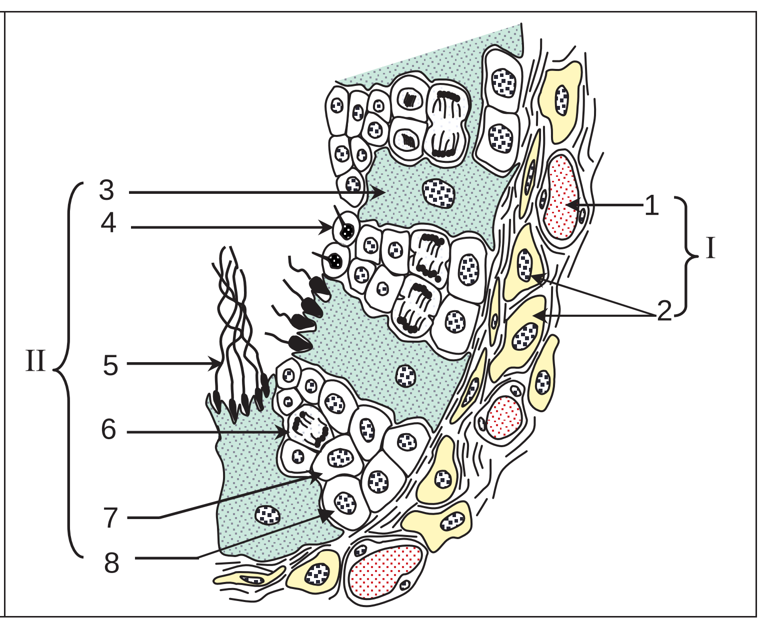
5- Pour donner des spermatozoïdes au cours de la spermatogenèse, un spermatocyte subit:
- **a-** une maturation
- **b-** une multiplication
- **c-** un accroissement.
- **d-** une différenciation.

6- Une baisse de la sécrétion de testostérone en dessous de la valeur normale est corrigée par :
- **a-** une stimulation des cellules de Leydig par LH
- **b-** une stimulation des tubes séminifères par FSH
- **c-** un rétrocontrôle négatif de la testostérone sur l'hypothalamus
- **d-** un rétrocontrôle positif de la testostérone sur l'hypothalamus

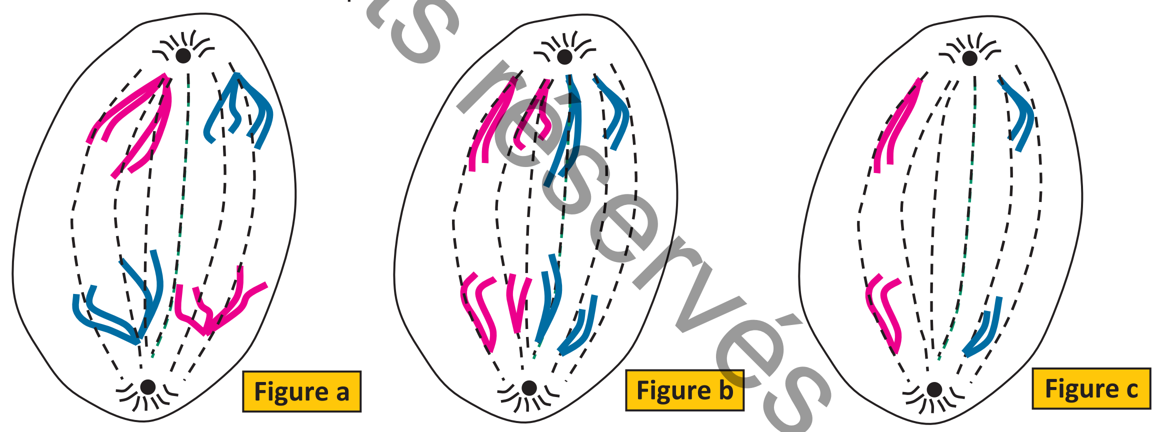
Exercice n° 2 :

1) Le schéma ci-contre représente une coupe transversale partielle de testicule :

a) **Annoter** ce schéma.
b) **Préciser** le rôle physiologique de chacune des cellules 2 et 3.



2) Les figures a, b et c sont des représentations schématiques de 3 cellules en division qu'on peut observer au niveau de la paroi d'un tube séminifère :



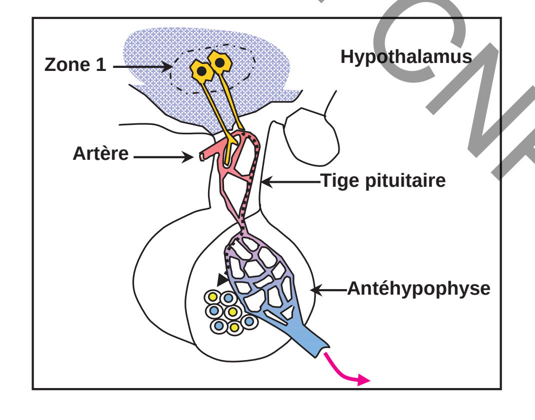
a) **Préciser** la phase de division pour chaque cellule. Justifier la réponse.
b) **Nommer** les 3 cellules en division.

B-MOBILISATION DES CONNAISSANCES

Exercice n° 3 :

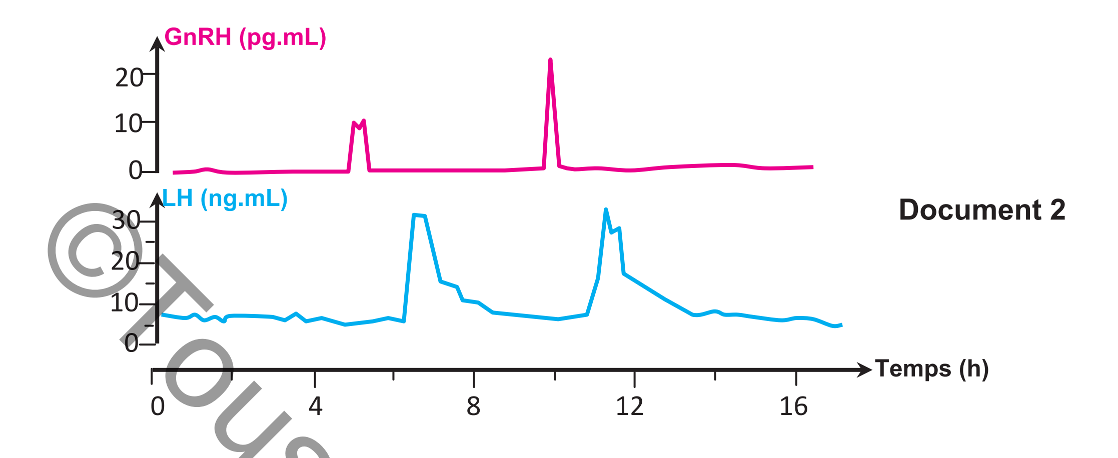
Afin de comprendre les relations fonctionnelles entre l'hypothalamus, l'hypophyse et les testicules, on réalise des expériences sur des singes. On rappelle que la physiologie de la reproduction du singe est voisine de celle de l'homme. Le document 1 représente la structure anatomique du complexe hypothalamo-hypophysaire.

Expérience 1 :
Chez un singe normal, on a mesuré d'une part la sécrétion de GnRH par les neurones de la zone 1 (du document 1) et, d'autre part, la sécrétion des cellules hypophysaires (la LH).



Document 1

Les résultats obtenus sont représentés par le document 2



Document 2

1) Analyser les tracés a et b du document 2 en vue de **déduire** la relation fonctionnelle entre l'hypothalamus et l'hypophyse.

Expérience 2 :

L'ablation de l'hypophyse chez un autre singe entraîne une chute de la sécrétion de la testostérone.

L'injection d'une dose de LH rétablit la sécrétion normale de la testostérone chez cet animal.

Expérience 3 :

On dose le taux plasmatique de LH chez un singe castré depuis 6 jours, on constate une augmentation de la sécrétion de LH par rapport à un singe normal.

L'injection d'une dose normale de testostérone à ce singe castré, ramène la sécrétion de LH à sa valeur normale.

2) Expliquer les résultats des expériences 2 et 3.Que peut-on en **déduire** à propos du mécanisme régulateur de la sécrétion de la testostérone ?

3) En utilisant les informations tirées des expériences précédentes, **représenter** par un schéma de synthèse le mécanisme régulateur de la sécrétion de la testostérone.

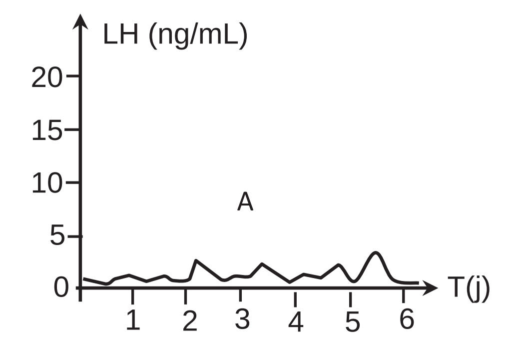
Exercice n° 4 :

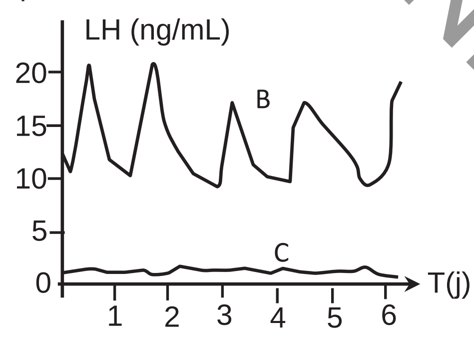
A/La production de testostérone est induite par une hormone sécrétée par l'antéhypophyse : la LH.

Le taux de testostérone dans le sang est toujours compris dans une certaine fourchette : il ne dépasse jamais 10 ng/ml de sang et ne passe jamais en dessous de 3 ng/ml de sang.

Le document suivant montre la variation du taux sanguin de LH chez un bélier dans différentes situations :

- A : 9 jours avant castration (état normal).
- B : 7 jours après castration.
- C : Animal castré depuis 7 jours mais recevant une perfusion continue de testostérone.





→**Analyser** les graphiques A, B et C afin de **déduire** les interactions entre hypophyse antérieure et testicules.

B/ La destruction d'une zone de l'hypothalamus entraîne un arrêt de la sécrétion des gonadotrophines hypophysaires. Chez un bélier présentant une lésion de cette zone, on pratique des injections de GnRH (substance normalement sécrétée par cette zone) selon des modalités variables. Les résultats de ces expériences sont présentés dans le tableau suivant :

Mode d'administration de GnRH	Taux sanguin des gonadotrophines hypophysaires
perfusion continue	Nul
injection de 6 µg toutes les heures	Normal
injection de 6 µg toutes les 3 heures	très faible
injection de 6 µg tous les quarts d'heure	quasi nul
injection de 0,6 µg toutes les heures	quasi nul
injection de 60 µg toutes les heures	pratiquement normal

→ **Analyser** les données du tableau en vue de **déduire** le mode de libération de GnRH

C/ Le document ci-dessous représente, chez un bélier, les variations des taux sanguins de 3 hormones : GnRH, LH et testostérone. (Les prélèvements sanguins ont été réalisés au niveau de la tige hypophysaire pour le graphe 1, dans la circulation sanguine pour les graphes 2 et 3).

→**Analyser** les graphes ci-dessus afin de **déduire** la relation entre les 3 sécrétions hormonales.

Exercice 5 : (d'après bac Tunisie – session juin 2014)

Les mécanismes de la régulation des fonctions testiculaires chez l'homme font intervenir des interactions hormonales entre le complexe hypothalamo-hypophysaire et les testicules.

Pour comprendre ces mécanismes, on se réfère à une étude médicale réalisée chez deux garçons X et Y âgés de 19 ans, présentant des troubles de la puberté et à une étude réalisée chez un garçon pubère normal.

1) **Proposer** trois causes possibles qui pourraient être à l'origine des troubles pubertaires observés chez les garçons X et Y.

Le document 1 représente les résultats du dosage de LH et de FSH observés chez le garçon normal et chez les garçons X et Y.

	Concentration de LH ($UI.L^{-1}$)	Concentration de FSH ($UI.L^{-1}$)
Garçon pubère normal	2 à 10	1 à 12
Garçons X et Y	0,5 à 0,9	0,1 à 0,4

Document 1

Le document 2 représente les résultats de deux tests de stimulation réalisés chez les garçons X et Y.

Tests de stimulation	Résultats
Test 1 : Injections de HCG, dont l'action est analogue à celle de la LH, aux garçons X et Y.	- Correction des troubles de la sécrétion de testostérone chez les deux garçons. - Aucune modification de l'aspect de la paroi du tube séminifère des deux garçons
Test 2 : Injections d'un mélange de HCG et de FSH aux garçons X et Y.	- Correction des troubles de la sécrétion de testostérone chez les deux garçons. - Aspect testiculaire des deux garçons devient analogue à celui du garçon normal.

Document 2

1) **Exploiter** les résultats fournis par les documents 1 et 2 et vos connaissances en vue :

a- **D'expliquer** les résultats des tests1 et 2.

b- De **préciser** parmi les causes proposées précédemment celle(s) qui est (sont) à retenir.

Le document 3 représente les résultats de tests réalisés chez le garçon normal et chez les garçons X et Y.

	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6
Tests	Dosage de GnRH chez le garçon normal	Dosage de GnRH chez le garçon X	Dosage de GnRH chez le garçon Y	Injections de GnRH chez le garçon Y suivies de dosage de LH et de FSH.
Résultats	GnRH (pg/mL) ; 0 ; 20 ; 1 2 3 4 ; temps (heures)	GnRH (pg/mL) ; 0 ; 20 ; 40 ; 1 2 3 4 ; temps (heures)	GnRH (pg/mL) ; 0 ; 20 ; 1 2 3 4 ; temps (heures)	Correction des troubles de sécrétion de LH et de FSH

Document 3

2)

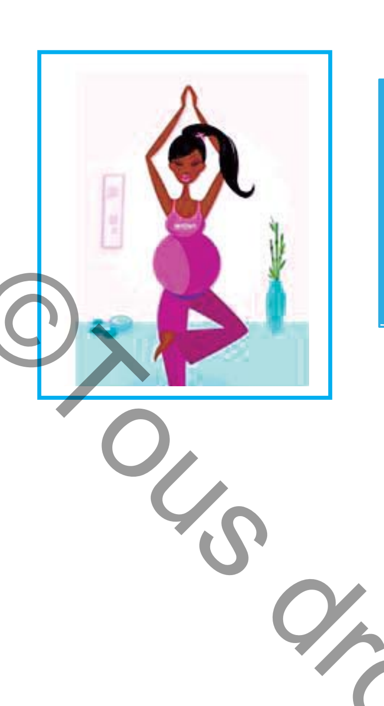
a- À partir de **l'analyse comparée** des résultats du dosage de GnRH chez le garçon normal (test 3) et chez le garçon X (test 4) et des données du document 3-b :

- **Expliquer** le résultat du dosage obtenu chez le garçon X (test 4).
- Précisez la cause des troubles de sécrétion de testostérone chez le garçon X.

b- **Analyser** le résultat du test 5 en vue de préciser la cause des troubles de sécrétion de testostérone observée chez le garçon Y.

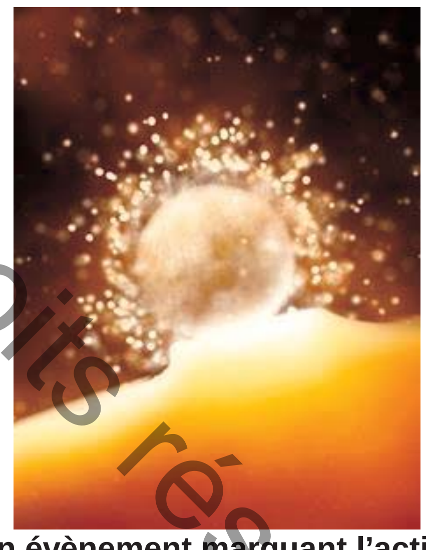
c- En vous basant sur les résultats du test 6, **établir** la relation fonctionnelle entre hypothalamus et hypophyse.

3) En intégrant vos réponses aux questions précédentes et à l'aide de vos connaissances, **représenter** par un schéma fonctionnel les interactions hormonales responsables de la régulation du fonctionnement normal des testicules chez un garçon pubère.



chapitre 2

La fonction reproductrice féminine



L'ovulation, un évènement marquant l'activité ovarienne
Au cours de sa vie, une femme ovule environ 400 fois !

Objectifs visés :

→ **Reconnaître** l'organisation de l'appareil reproducteur de la femme.
→ **Reconnaître** l'histologie de l'ovaire et de l'utérus.
→ **Expliquer** le déroulement de la folliculogenèse (formation du follicule mûr) et de l'ovogenèse.
→ **Décrire** le cycle sexuel chez la femme.
→ **Expliquer** le déterminisme hormonal du cycle sexuel.





Venus et Serina (à l'âge de l'enfance)



Serena et Venus(à l'âge de l'adolescence)



Serena WILLIAMS (à l'âge adulte)

- À l'âge de 11 – 12 ans des changements d'ordres physique, physiologique et psychologique apparaissent chez la jeune fille :
  * Physiquement, l'adolescente verra ses seins se développer, ses hanches s'élargir pour donner la silhouette féminine, des poils apparaissent au niveau du pubis et sous les bras …
  * physiologiquement, elle sera menstruée et ovulera.
  * Psychologiquement, elle manifestera un intérêt pour l'autre sexe, une instabilité de l'humeur et l'irritabilité…

Ces transformations du corps rendent les adolescentes aptes à se reproduire.

- L'entraînement intensif, le stress provoqué par la compétition entraînent la sécrétion d'endomorphines qui freinent la sécrétion de la GnRH, ce qui peut entraîner l'arrêt des règles. Ces troubles semblent disparaître lors de l'arrêt de l'entraînement ou de la diminution des compétitions.

l'appareil génital de la femme fonctionne de la puberté à la ménopause. Les organes comme les ovaires ou l'utérus présentent un fonctionnement cyclique et coordonné pour permettre une grossesse. Ces cycles sont identifiables grâce aux menstruations.



Comment s'effectue la synchronisation et la régulation de cette activité cyclique ?

Ce problème scientifique mène à se demander sur :
- l'origine de la menstruation.
- le déterminisme des caractères sexuels secondaires.
- la genèse du gamète femelle.
- les mécanismes régulateurs du fonctionnement cyclique de l'appareil génital.



Ovule, règles, puberté, hormone sexuelle…

Vérification-consolidation des pré requis



I-Pour chacun des items suivants, relever la (ou les) réponse(s) correcte(s)

1- L'appareil génital de la femme produit :

- **a-** un ovule par jour.
- **b-** un ovule par mois.
- **c-** des hormones sexuelles.
- **d-** des millions d'ovules chaque jour.

2- Les règles marquant un cycle sexuel normal :

- **a-** apparaissent avant l'âge de la puberté.
- **b-** apparaissent avec l'âge de la puberté.
- **c-** peuvent ne pas apparaitre chez la femme.
- **d-** sont causées par la déchirure de l'ovaire lors de l'ovulation.

3- Généralement la fille atteint l'âge de la puberté :

- **a-** avant le garçon.
- **b-** après le garçon.
- **c-** au même âge que le garçon.
- **d-** vers 13 – 14 ans.

4- Les deux premières années qui suivent les premières règles sont marquées par:

- **a-** une régularité du cycle sexuel.
- **b-** une irrégularité du cycle sexuel.
- **c-** des règles souvent douloureuses.
- **d-** un cycle sexuel court.

5- Le spermatozoïde et l'ovule ont en commun la même:

- **a-** forme.
- **b-** taille.
- **c-** dynamique.
- **d-** formule chromosomique (nombre de chromosome).

6- La testostérone est une hormone de nature :

- **a-** lipidique
- **b-** glucidique
- **c-** protidique
- **d-** stéroïdienne

7- Parmi les hormones sexuelles, on peut citer :

- **a-** la LH
- **b-** la FSH
- **c-** la GnRH
- **d-** la testostérone


Des questions que posent les sportives
Ma menstruation ; c'est de la « saleté » ou une saignée naturelle ou un état pathologique ?
Puis-je pratiquer toutes activités physiques les jours de mes règles ? Quelle protection dois-je choisir ?
Le sport que je pratique garde-t-il mon hymen intact ?
Pourquoi sentir des douleurs les jours des règles ?

Physiologie de la reproduction :

Constat : L'évènement le plus visible du fonctionnement de l'appareil génital féminin est la survenue des règles ou menstruations.
Problème : Quelle est l'origine de cet écoulement sanguin cyclique ?
Quelle est sa signification ?

Activité 1 : Identifier la composition du sang menstruel

La menstruation constitue la seule manifestation apparente du cycle et le seul point de repère dans la vie génitale féminine. C'est le premier jour des règles qui a été choisi comme étant le premier jour du cycle menstruel.

- L'hémorragie menstruelle dure en moyenne 4 jours (3-6 j)
- Une menstruation moyenne correspond à une perte de 40 à 80 ml de sang.

On prélève chez une jeune femme un échantillon de sang ordinaire et on le laisse se sédimenter.

Le sang comprend :

- **du plasma (55% du sang)**
- **des plaquettes et des leucocytes (< 1% du sang)**
- **des hématies (45% du sang)**

On recueille chez une jeune femme un échantillon de sang menstruel et on le laisse se sédimenter

Les examens biochimiques et microscopiques révèlent la présence de (d'):
- **hématies**
- **leucocytes**
- **fragments nécrotiques d'endomètre,**
- **sécrétions du col et du vagin**
- **bactéries de la flore vaginale**
- **cellules de la muqueuse vaginale**

Document 1



En **exploitant** les données du document 1, **déterminer** le siège probable de la menstruation.

2. Organisation de l'appareil reproducteur chez la femme

Activité 2 : Se rappeler de l'organisation de l'appareil reproducteur chez la femme :

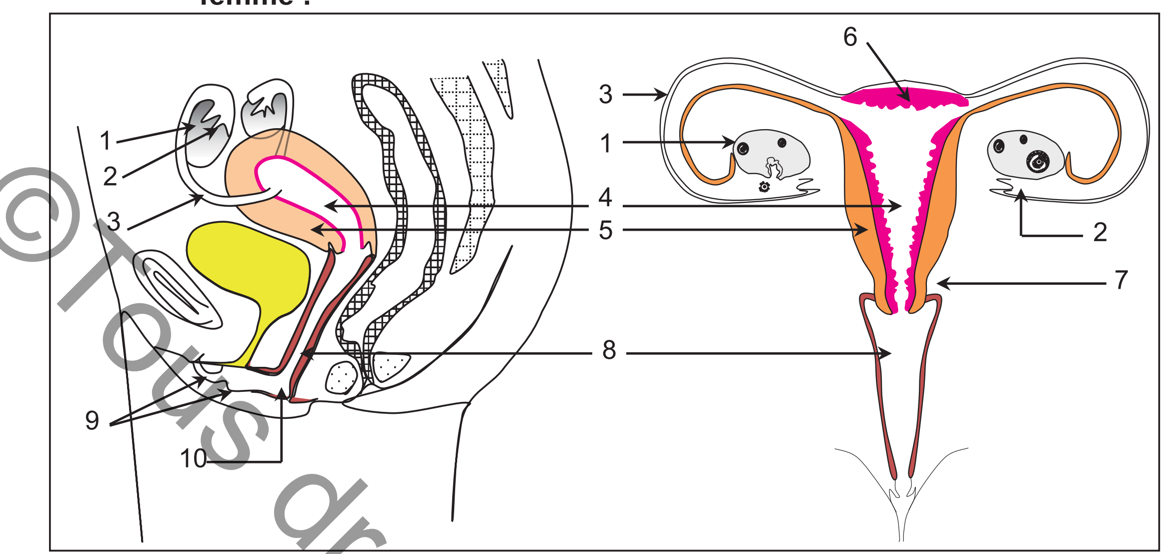


Figure a : vue de profil

Figure b : vue de face

Document 2 : organisation de l'appareil reproducteur de la femme

L'appareil génital de la femme est constitué par les ovaires, deux glandes sexuelles de la taille d'une amande en deux fois plus gros, placées dans la cavité péritonéale. Chaque ovaire est partiellement recouvert par le pavillon de l'oviducte (ou trompe de Fallope). Les trompes de Fallope ou oviductes situées de chaque coté de l'utérus, ont pour rôle d'accueillir le gamète femelle provenant chaque mois de l'ovaire, pour permettre la fécondation.

L'utérus, organe central de la cavité pelvienne chez la femme, est formé d'un muscle épais ; le myomètre. La cavité utérine est tapissée d'une muqueuse : l'endomètre. L'utérus est divisé en fond, corps et col qui sépare le reste de l'utérus du vagin.

Le vagin est un tube souple de 10 à 12 centimètres qui relie l'utérus à l'extérieur du corps. Il se termine par la vulve qui est l'ensemble des organes génitaux externes de la femme constitué principalement des grandes et des petites lèvres enserrant l'entrée du vagin.

Document 3



1) **Utiliser** les mots soulignés dans le texte du document 3 pour **annoter** le schéma de l'appareil reproducteur femelle représenté par le document 2.

2) **Compléter** le tableau suivant :

Appareil reproducteur	*Gonades et gamètes*	*Voies génitales*	*Glandes annexes*	*Organes génitaux externes*
de l'homme	Testicules spermatozoïdes	Epididymes, canaux déférents et urètre	Vésicules séminales, prostate et glandes de Cowper	Pénis
de la femme				

3. *LE CYCLE UTERIN :*

Activité 3 : Déterminer les modifications de l'endomètre au cours d'un cycle menstruel

L'échographie endovaginale est l'examen utilisé par les médecins pour suivre l'évolution de l'épaisseur de l'endomètre. Réalisé chez une femme normale de 25 ans pendant une période allant du 1[èr] au 28 octobre, cet examen montre les résultats suivants :

Temps en jour	1	2	5	10	14	21	25	27	28
Epaisseur de l'endomètre en mm	**6,5**	**4**	**2**	**3**	**5**	**6,5**	**7**	**7,5**	**6,5**

Taches

1- Tracer la courbe de l'évolution de l'épaississeur de l'endomètre en fonction du temps.

2 - Analyser le tracé obtenu.

Les schémas a, b et c décrivent dans le désordre l'état de la muqueuse utérine au cours du mois d'octobre.

3- Délimiter sur la courbe la période correspondante à chaque état de l'endomètre.

4- Déduire une propriété des transformations de l'endomètre au cours du temps.



a b c

5- Les figures ci-dessous représentent deux observations microscopiques de coupes transversales de l'endomètre de lapin en phase postmenstruelle (avant l'ovulation) puis en phase prémenstruelle (après ovulation).

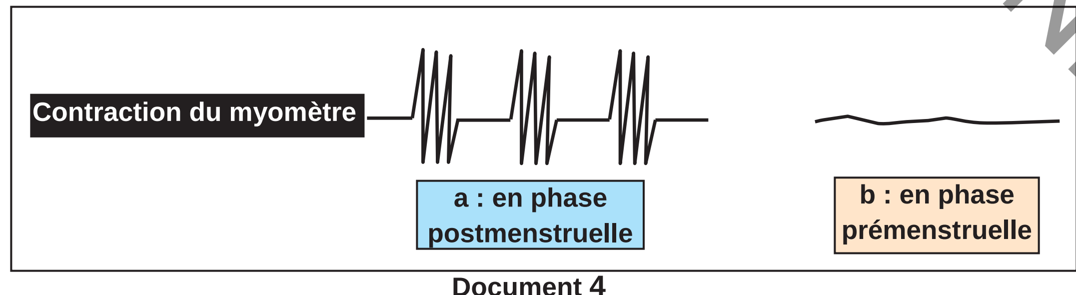


Phase postmenstruelle — Phase prémenstruelle

6- Comparer l'aspect de l'endomètre avant et après l'ovulation.

Activité 4 : Décrire l'activité du myomètre au cours d'un cycle menstruel

Le myomètre est composé de tissu musculaire lisse et de tissu conjonctif riche en éléments vasculaires et nerveux. Le document 4 représente des enregistrements de l'activité mécanique du myomètre au cours de la phase postmenstruelle puis en phase prémenstruelle.



Document 4

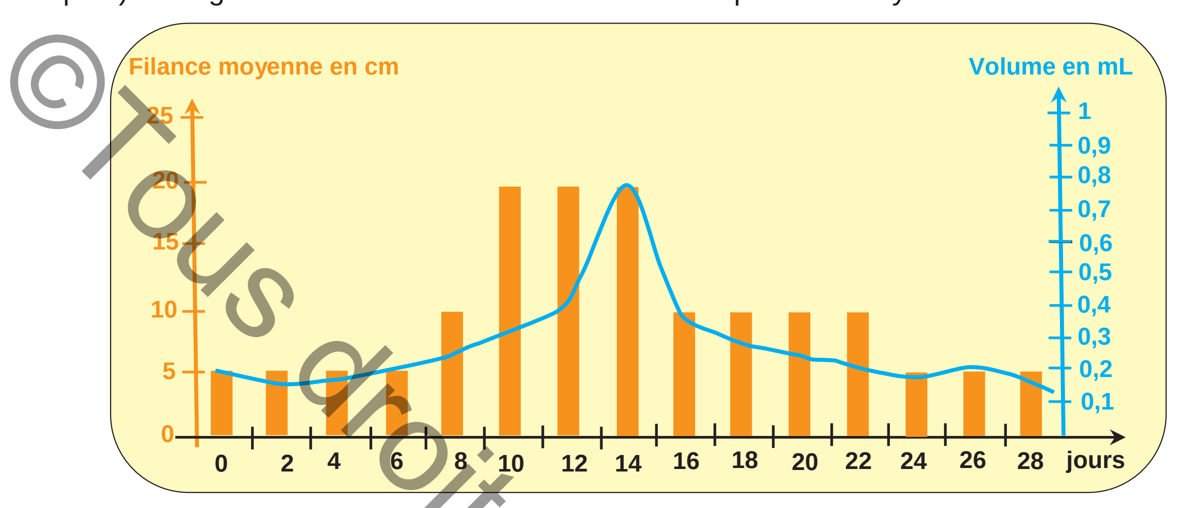


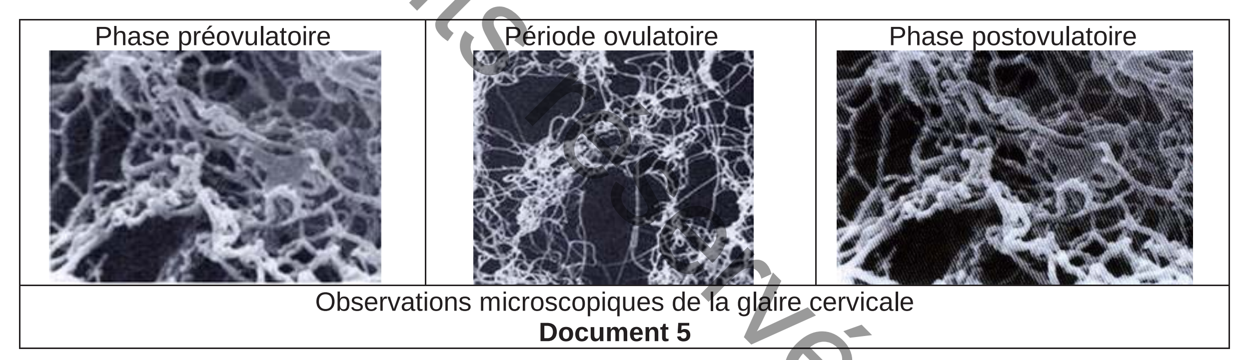
1- Exploiter les données du document 4 en vue de décrire l'activité du myomètre le long du cycle menstruel.

2- En **intégrant** toutes les informations précédentes, **expliquer** les modifications subit par la muqueuse utérine du jour 1 au jour 28.

Activité 5 : Déterminer l'activité sécrétoire du col de l'utérus :

Le document 5 montre l'évolution de certaines caractéristiques (filance moyenne, volume et aspect) de la glaire cervicale au cours des différentes phases du cycle utérin.





Observations microscopiques de la glaire cervicale

Document 5



1- Décrire les caractéristiques (densité et aspect) de la glaire cervicale au cours des différentes phases du cycle utérin.

2- En **intégrant** toutes les informations précédentes, **expliquer** les modifications subies par l'utérus au cours du cycle utérin.

4. LE DETERMINISME DU CYCLE UTERIN :

Activité 6: Expliquer l'activité cyclique de l'utérus.

Donnée clinique: l'ablation des ovaires, réalisée pour des raisons médicales, entraîne la disparition des cycles utérins et l'interruption des règles.

Problème : Quelle relation existe entre ovaire et utérus ?



1- Émettre une hypothèse expliquant la relation ovaires-utérus.

Pour vérifier l'hypothèse émise, on réalise sur des rattes normales et pubères, la série d'expériences suivantes :

Expériences	*Schémas explicatifs*	*Résultats*
❶Ratte pubère normale.		-Développement normal de la muqueuse utérine. - Activité normale des ovaires
❷Ablation de l'utérus chez une ratte normale pubère.		- Disparition du cycle menstruel - Activité normale des ovaires
❸Ablation des ovaires chez une ratte pubère normale.		- Disparition du cycle menstruel - Stérilité de la ratte
❹greffe d'ovaires chez une ratte pubère ovariectomisée.		- Restauration du cycle utérin. - Persistance de la stérilité de la ratte.
❺injection d'extraits ovariens à une ratte pubère ovariectomisée.		

N.B l'ovaire greffé est relié à l'organisme sans communication nerveuse.

Document 6



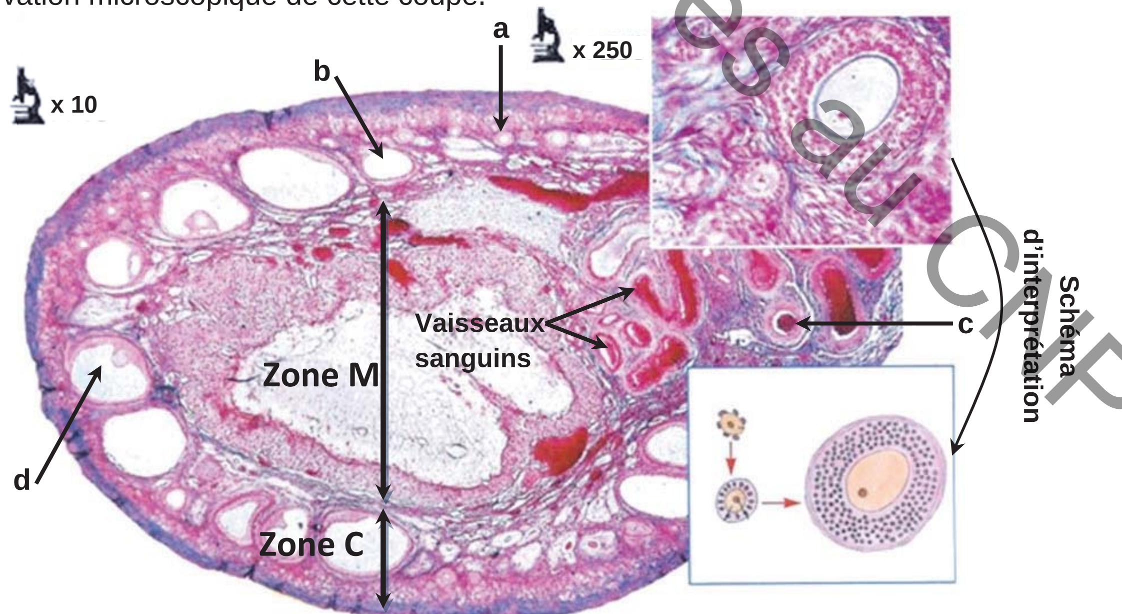
2- À partir de **l'analyse** des résultats de ces expériences :
- **a) Enumérer** les fonctions de l'ovaire.
- **b) Identifier** la nature de la relation entre les ovaires et l'utérus.
- **c) dégager** alors l'origine des modifications cycliques de la muqueuse utérine.

5. Les fonctions de l'ovaire:

L'ovaire (ou gonade féminine) est un organe ayant à la fois une fonction endocrine (sécrétion d'hormones sexuelles) et une fonction exocrine (gamétogenèse). Ces deux fonctions sont étroitement tributaires l'une de l'autre.

Activité 7: Décrire la folliculogenèse

Chez une guenon femelle pubère, on réalise une coupe longitudinale de l'ovaire et une observation microscopique de cette coupe.



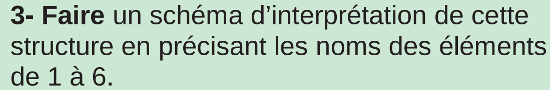
Document 7 : Coupe longitudinale d'ovaire observée au microscope au faible grossissement



1- Identifier les zones M et C ainsi que les structures désignées par les lettres a, b, c, d et e.
2- Comparer les structures a, b, c et d.

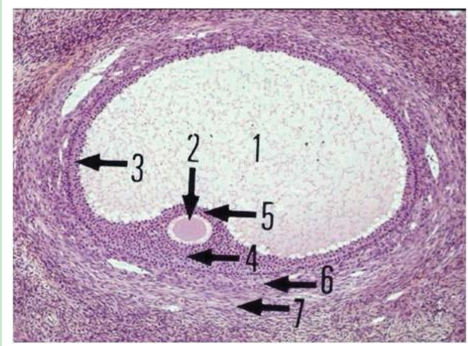
Le document 8 représente une observation microscopique détaillée de la structure d du document 7.




3- Faire un schéma d'interprétation de cette structure en précisant les noms des éléments de 1 à 6.

La folliculogenèse nécessite environ 3 mois, tandis que le cycle sexuel de la femme ne durera qu'en moyenne 28 jours.
le pool de follicules primaires qui mûrissent en synergie dans l'ovaire actif aboutira à un seul follicule de De Graff.

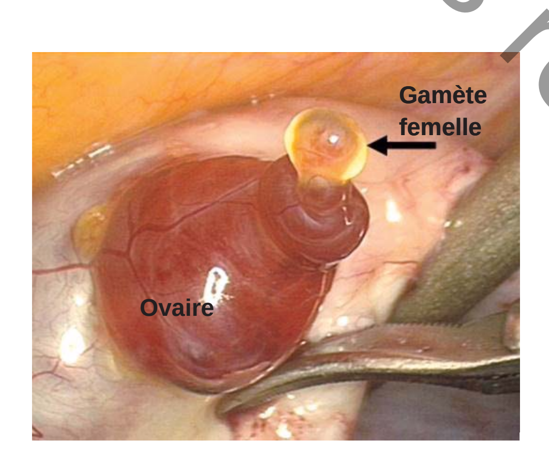
4- Repérer le cycle sexuel par rapport à la folliculogenèse.
5- Définir-alors la folliculogenèse.



Document 8

Activité 8: **Expliquer l'ovogenèse**

De la puberté à la ménopause, la femme présente une activité sexuelle cyclique marquée par un évènement majeur, l'ovulation, c'est-à-dire l'expulsion du gamète femelle hors de l'ovaire.
L'ovulation peut passer inaperçue mais certaines femmes ressentent de légères douleurs abdominales semblables à un pincement à ce moment, on peut aussi noter une légère augmentation de la température corporelle.



Moment de l'ovulation

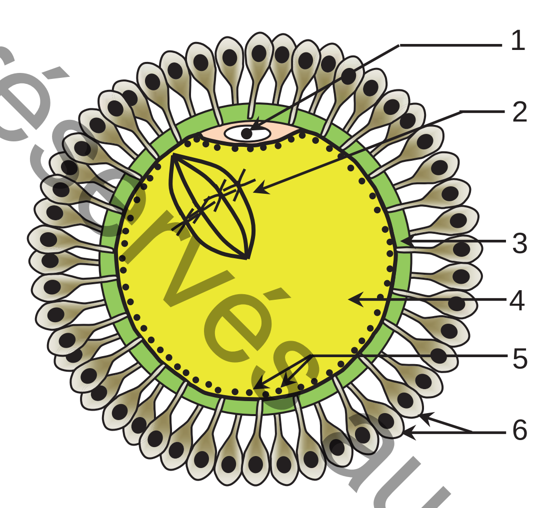


Schéma d'interprétation d'un gamète femelle

Document 9

Document 10 : L'ovocyte II recueilli lors de l'ovulation est une cellule sphérique plus volumineuse que le spermatozoïde, puisque son diamètre est de 1/10 de mm environ (la plus grosse cellule du corps), et il est immobile. Il contient un **matériel génétique** excentrique en métaphase II. Son cytoplasme est riche en substances nutritives et contient des **granules corticaux** à proximité de la membrane cytoplasmique. L'ovocyte II est entouré d'une enveloppe protectrice ; la **zone pellucide** à laquelle restent attachées de nombreuses cellules folliculaires formant la **corona radiata**. Un **globule polaire** se trouve emprisonné entre cette zone pellucide et la **membrane cytoplasmique** de l'ovocyte II.

L'ovocyte observé dans les follicules est un ovocyte à <u>2n= 46 chromosomes dédoublés</u> alors que l'ovocyte II expulsé au moment de l'ovulation est à <u>n = 23 chromosomes dédoublés</u>. Cette réduction du nombre de chromosomes s'opère quelques heures avant l'ovulation.



1- Exploiter les données du document 10 en vue de (d') **:**

a. Identifier les éléments désignés par les numéros de 1à 7 du document 9

b. Dégager les particularités structurales du gamète femelle

c. Indiquer par quel mécanisme s'est produite la réduction du nombre des chromosomes (passage de 2n→n)

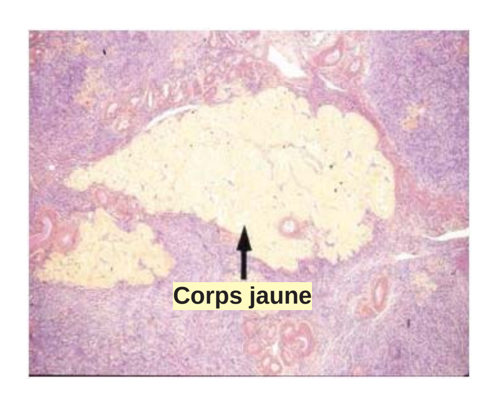
2- En admettant que le 1 ^{er}globule polaire est une petite cellule haploïde à n chromosomes dupliqués**, représenter** par un schéma simplifié les différentes phases de l'ovogenèse**.**

3- Comparer la structure du gamète femelle à celle du spermatozoïde.

L'observation microscopique du cortex de l'ovaire après ovulation montre :

* La présence des follicules de toutes catégories à l'exception du follicule mûr.
* L'apparition d'une nouvelle structure ; le corps jaune.

Les cellules de la granulosa fusionnent avec celles de la thèque interne, se développent et se chargent d'un pigment jaune (la lutéine) et deviennent des cellules lutéiniques. (Voir document 11)

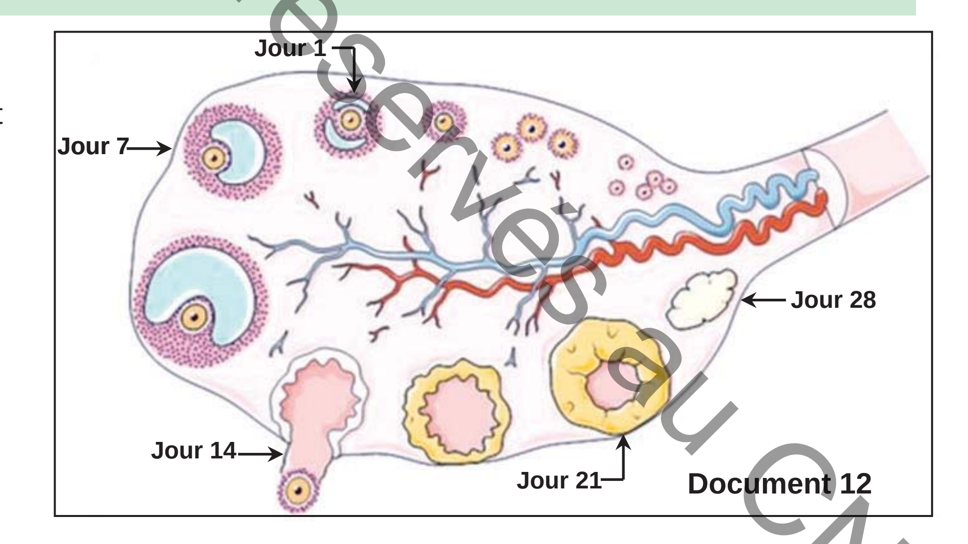


Document 11



4. Formuler une hypothèse sur l'origine probable du corps jaune.

Le document 12 est une représentation schématique décrivant l'évolution des structures ovariennes du 1er jour au dernier (28) jour du cycle ovarien.



Document 12



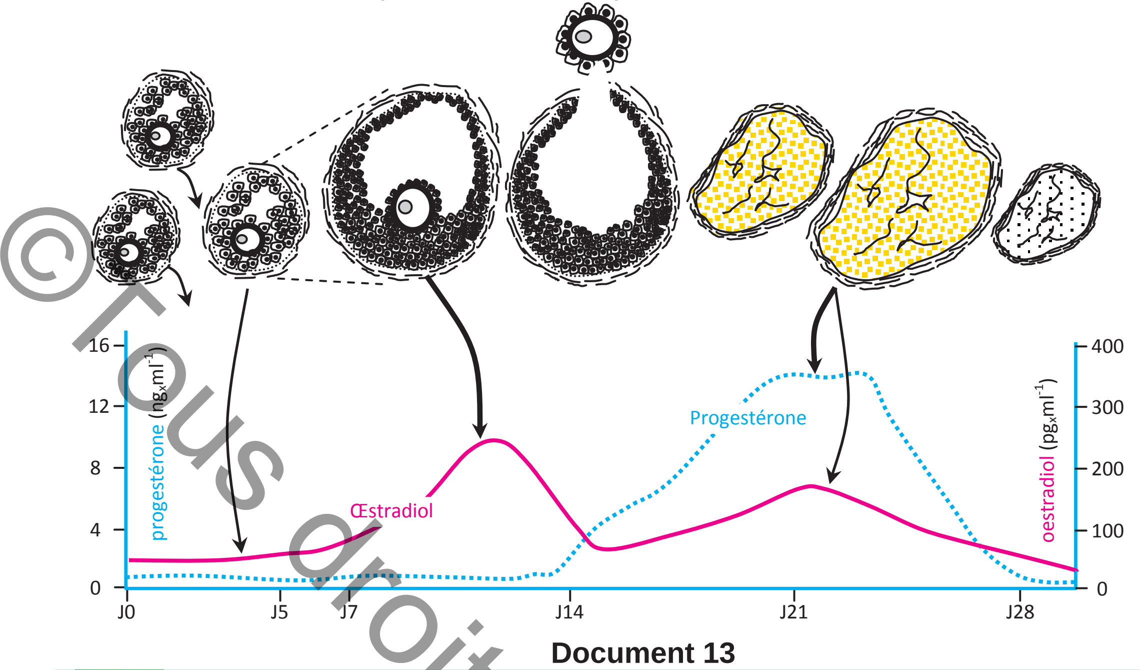
5- Repérer les différentes phases du cycle ovarien.

6- Décrire ces différentes phases.

Activité 9: Expliquer la fonction endocrine de l'ovaire :

Constat : Quand on isole des follicules ovariens et qu'on les place dans un milieu nutritif approprié (selon une méthode de culture de tissu), le milieu s'enrichit en œstrogènes. Le même protocole expérimental, réalisé avec des corps jaunes, montre un enrichissement du milieu en œstrogènes et en progestérone.

Le document 13 montre l'évolution en parallèle, des structures et des taux des hormones ovariennes, au cours d'un cycle sexuel de 28 jours.



Document 13



Etablir la relation entre chaque structure ovarienne et son activité sécrétrice.

Activité 10 : Déterminer le contrôle ovarien du cycle utérin

Donnée médicale : L'endomètre d'une lapine est prélevé, broyé et centrifugé à forte accélération. Le surnageant qui contient des protéines provenant de l'endomètre est déversé dans un tube auquel on ajoute de la progestérone rendue radioactive. Certaines protéines se révèlent radioactives.

Problème : Quelle action exercent les hormones ovariennes sur l'endomètre ?



1- Emettre une hypothèse sur la relation ovaires-utérus.

Pour vérifier l'hypothèse émise, on réalise sur des rattes normales et pubères, la série d'expériences suivantes :

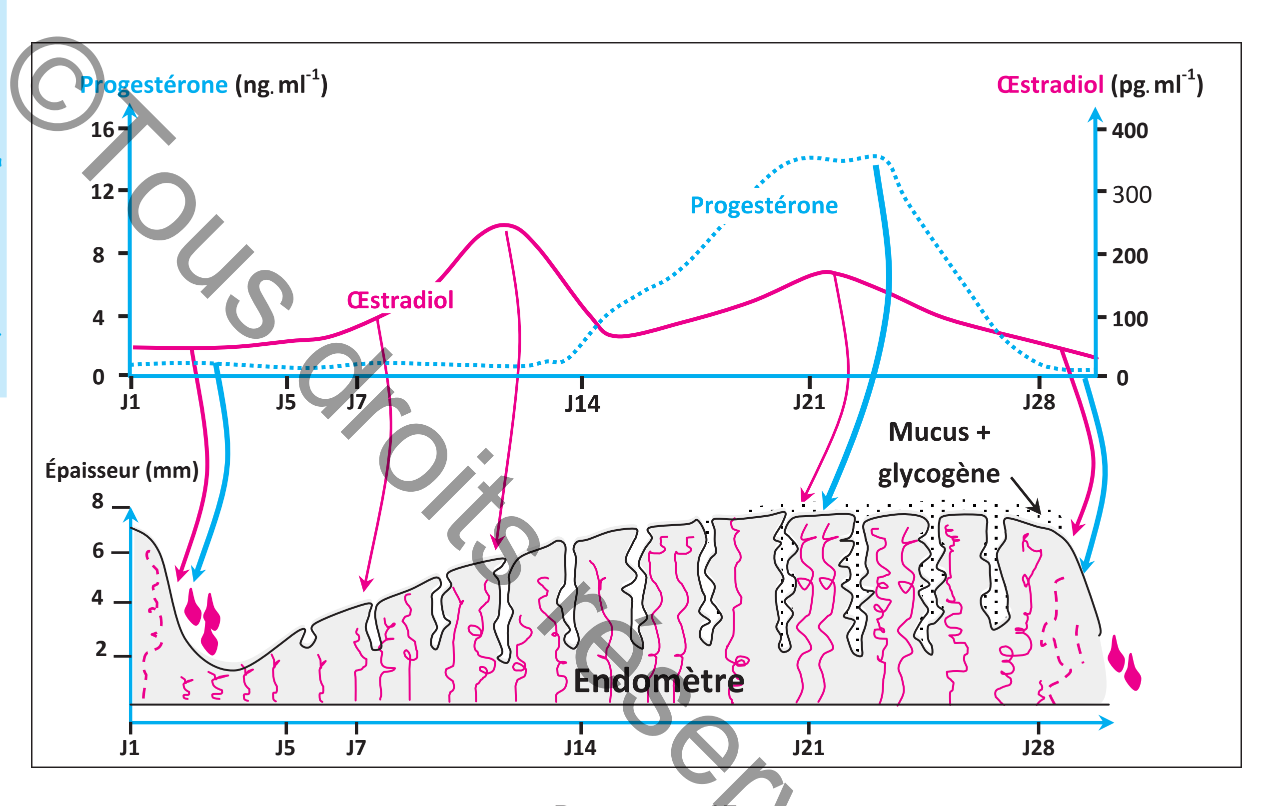
Expériences	Schémas explicatifs	Résultats
❶ Injections d'œstrogènes à une ratte pubère ovariectomisée durant la 1ère moitié du cycle (2jours)	Œstradiol (O)	Prolifération de l'endomètre sans formation de dentelle utérine
❷ Injections de progestérone à une ratte pubère ovariectomisée durant la 1ère moitié du cycle (2jours)	Progestérone (P)	Aucun effet
❸ Injection d'œstradiol (J1 – J14) ; Injection d'œstradiol et de progestérone (J14 – J28)	O puis mélange O + P	Prolifération normale de l'endomètre avec formation de dentelle utérine.

Document 14



2- À partir de **l'analyse** des résultats des expériences, **préciser** l'action exercée par les hormones ovariennes sur l'endomètre.

Le document 15 traduit l'évolution en parallèle, des taux des hormones ovariennes et de l'aspect de l'utérus, au cours d'un cycle sexuel de 28 jours.



Document 15



4- Identifier les différentes phases du cycle utérin.

5- Mettre en relation l'évolution des taux des hormones ovariennes et l'aspect de la muqueuse utérine au cours des différentes phases du cycle utérin.

6. LE CYCLE DE LA TEMPERATURE :

Activité 11 : Étudier le cycle de la température corporelle

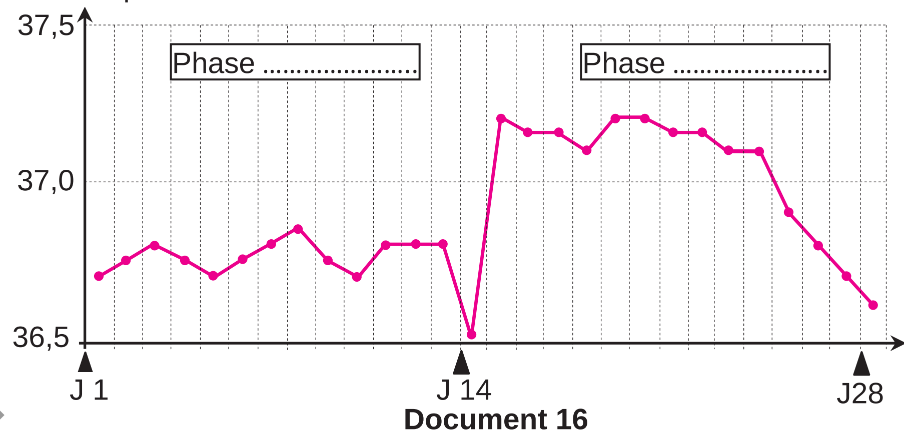
L'examen consiste à prendre la température corporelle tous les matins au réveil avant toute activité physique du premier jour d'un cycle sexuel au premier jour du cycle suivant.

La courbe de température permet en général de:

- confirmer l'évènement de l'ovulation et le dater;
- déterminer la durée du cycle sexuel,
- suivre la régularité du cycle sexuel.

Les changements de température observés pendant un cycle sexuel sont liés aux variations du taux de progestérone .





Document 16



1- Décrire le cycle de la température corporelle.

2- Rechercher à quoi correspond le changement brutal de la température corporelle observé vers le 14ème jour du cycle sexuel.

7. LE ROLE DU COMPLEXE HYPOTHALAMO-HYPOPHYSAIRE

Activité 12 : Mettre en évidence le contrôle hormonal du cycle ovarien

Donnée clinique:

L'hypogonadisme se manifeste par un développement incomplet des caractères sexuels car la sécrétion d'hormones sexuelles est très insuffisante. Chez les personnes concernées on observe un dysfonctionnement de l'**hypothalamus** et/ou de l'**hypophyse**.



1- Emettre des hypothèses sur les interactions entre le complexe hypothalamo-hypophysaire et le tractus génital féminin.

Pour vérifier l'hypothèse émise, on réalise sur des rattes normales et pubères, la série d'expériences suivantes :

Expériences	Schémas explicatifs	Résultats
❶Ratte pubère normale (témoin)	: hypophyse	activité cyclique normale des ovaires et de l'utérus.
❷ablation de l'hypophyse (hypophysectomie) chez une ratte pubère normale		Arrêt de l'activité ovarienne et du développement de la muqueuse utérine.
❸hypophysectomie puis injections d'extraits hypophysaires à une ratte pubère normale.		reprise de l'activité normale des ovaires et de l'utérus.
❹ovariectomie et hypophysectomie puis injections d'extraits hypophysaires.	• : hypothalamus	pas de développement de la muqueuse utérine.

Document 17



2 - À partir de **l'analyse** des résultats de ces expériences, **prouver** l'existence d'un mécanisme régulateur de l'activité ovarienne par l'hypophyse.

Constat : quand on isole le lobe antérieur de l'hypophyse et qu'on le place dans un milieu nutritif approprié, le milieu s'enrichit en FSH et en LH.
Sur des rattes pubères normales, on réalise la série d'expériences suivantes :

Expériences	Schémas explicatifs	Résultats
①Ratte pubère normale	• : hypothalamus	- Sécrétion normale de (FSH et LH) - Cycle ovarien normal - Cycle menstruel normal
②Lésion de l'hypothalamus		- Arrêt de la production de FSH et de LH - Arrêt de la production des hormones ovariennes. - Arrêt du cycle menstruel
③Injection de GnRH à une ratte adulte ayant subit des lésions de l'hypothalamus.	GnRH	- Rétablissement des taux sanguins normaux de FSH et de LH. - Rétablissement des taux sanguins normaux d'œstradiol et de progestérone. - Rétablissement du cycle utérin

Document 18



3 - À partir de **l'analyse** des résultats de ces expériences, **expliquer** le contrôle hypothalamique de l'activité hypophysaire.

Activité 13: Indiquer l'influence de l'environnement sur le cycle sexuel de la femme

Observations :

L'excès de sport, le stress ou un choc émotionnel ainsi que certains cas d'anorexie sont des situations qui peuvent aboutir chez certaines femmes à une perturbation des menstruations pendant plusieurs mois.
Des femmes qui vivent en groupe présentent un synchronisme de leurs règles,
Certaines odeurs ou phéromones masculines régularisent les cycles menstruels de la femme.



Dégager l'influence des facteurs externes sur le cycle sexuel.

Activité 14: Déterminer l'effet des hormones ovariennes sur le complexe hypothalamo-hypophysaire :

Constat : à la ménopause, alors que les taux plasmatiques des hormones ovariennes sont effondrés (du fait de la disparition des follicules ovariens), les taux de LH et de FSH sont considérablement augmentés (10 à 20 fois pour FSH, 3 à 4 fois pour LH).



1- Emettre une hypothèse montrant l'action de l'ovaire sur le complexe hypothalamo- hypophysaire.

Sur des guenons femelles adultes, on réalise les expériences suivantes **:**

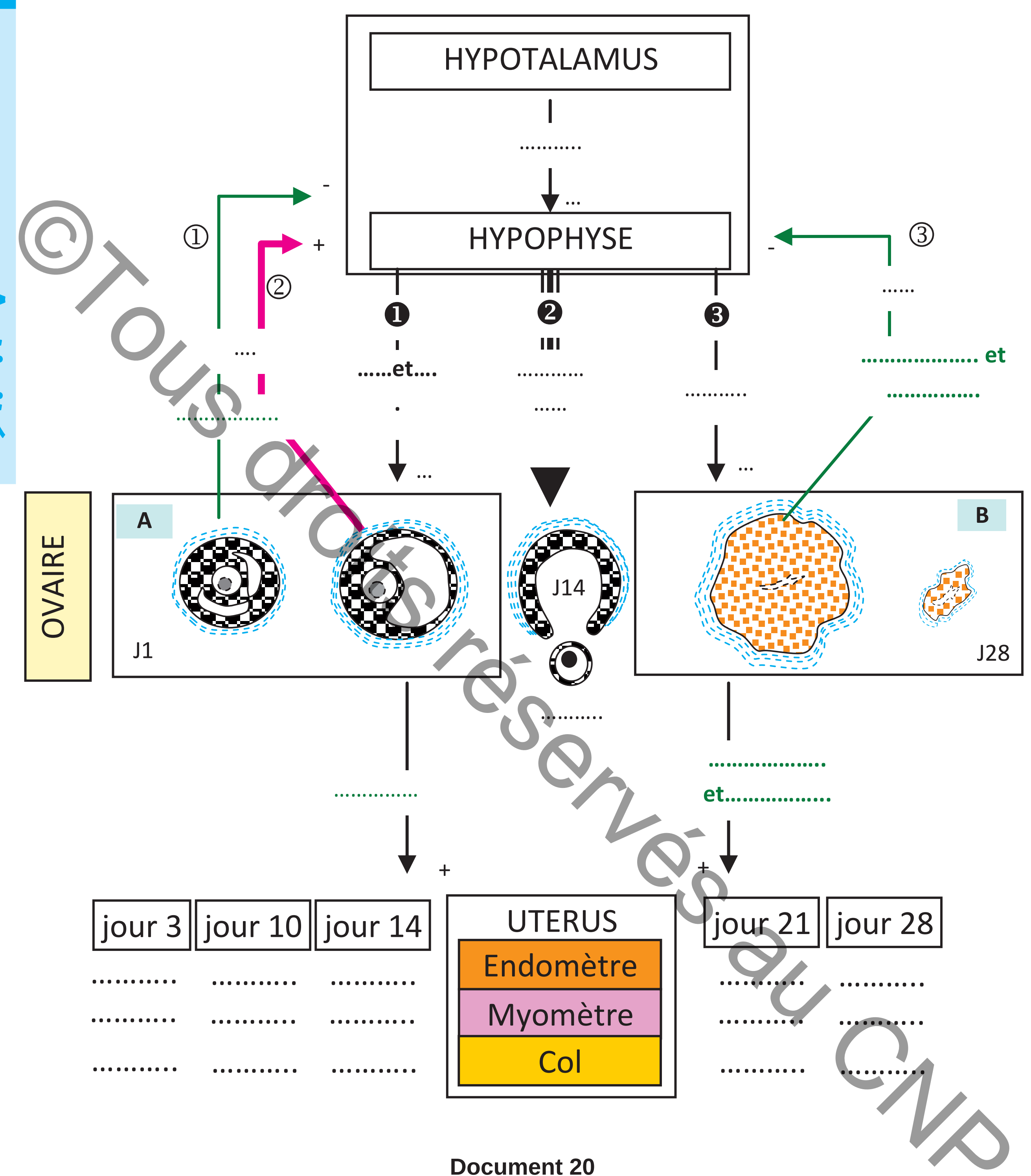
Expériences	Résultats
❶Ablation des ovaires chez une guenon pubère normale.	- Arrêt de la production de l'œstradiol et de la progestérone. - Hypertrophie de l'hypophyse antérieure. - Augmentation des taux de FSH et de LH.
❷Injection d'œstradiol de synthèse radioactif ou de progestérone de synthèse radioactive à une guenon pubère normale.	La radioactivité se retrouve dans : - les neurones hypothalamiques sécréteurs de GnRH - les cellules antéhypophysaires sécrétrices de FSH et de LH
❸ Chez une guenon ovariectomisée : **a-** on place un implant sous-cutané libérant de l'œstradiol à un taux faible (< 300 pg/mL). **b-**puis, on injecte une forte dose supplémentaire d'œstradiol (supérieure à 300 pg/mL). **Des observations comparables peuvent être réalisées avec la FSH.**	LH (ng.ml-1) — Implant — Injection — 0, 10, 20, 30 — 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 J Œstradiol (pg.ml-1) — 0, 200, 400, 600 — 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 J
❹ Injection de progestérone à une guenon pubère normale.	Chute de la production de FSH et de LH quelles que soient les doses de progestérone administrées.

Document 19

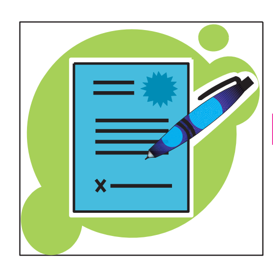


2 - **Analyser** les résultats des expériences précédentes afin de **préciser** l'action des ovaires sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

3 - **Compléter** le schéma du document 20 pour **résumer** toutes les interactions entre le complexe hypothalamo-hypophysaire et l'ovaire.


HYPOTALAMUS
....
...
HYPOPHYSE
①
-
②
+
③
-
....
....
❶
......et....
.
...
❷
....
......
❸
....
...
......
.... et
....
OVAIRE
A
J1
J14
B
J28
....
....
+
....
et..................
+
jour 3
jour 10
jour 14
UTERUS
Endomètre
Myomètre
Col
jour 21
jour 28
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

Document 20



Bilan des connaissances

1. LE SANG MENSTRUEL:

Le sang menstruel est différent du sang ordinaire, par sa composition et ses propriétés physiques :

- Il ne possède pas les éléments de coagulation c'est pourquoi il demeure liquide et ne coagule ni dans l'organisme ni à l'extérieur.
- Il est composé principalement de sang, de fragments nécrotiques de l'endomètre, des cellules de la muqueuse vaginale, des sécrétions du col et du vagin et des bactéries de la flore vaginale...
- Il varie en composition selon les phases de la menstruation qui commence par une phase liquide trouble suivie d'une phase visqueuse puis d'une phase liquide claire.
- Le volume du sang de règles dépend de l'épaisseur de l'endomètre.

NB : menstruation (=tous les mois) et règles (régulièrement)

(Activité 1)

2. L'ORGANISATION DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR CHEZ LA FEMME :

Appareil reproducteur	Gonades et gamètes	Voies génitales	Glandes annexes	Organes génitaux externes
de l'homme	Testicules spermatozoïdes	Epididymes, canaux déférents et urètre	Vésicules séminales, prostate et glandes de Cowper	Pénis Bourses
de la femme	Ovaires Ovocytes	Trompes utérus et vagin	Glandes de Bartholin lubrifiant le vagin	Vulves

(Activité 2)

3. LE CYCLE MENSTRUEL :

3.1. LE CYCLE DE L'ENDOMÈTRE :

* **En menstruation :** S'il n'y a pas eu fécondation lors du cycle précédent, un nouveau cycle recommence par les règles. Durant les cinq premiers jours du cycle, des contractions du muscle utérin provoquent la rupture des vaisseaux sanguins. L'endomètre se désagrège en quelques jours.

* **En phase prolifératrice ou postmenstruelle**, l'endomètre s'épaissit, passant progressivement de 1 à 6-7 mm. Il s'enrichit de glandes en tube qui sécrètent du mucus. Le réseau vasculaire qui avait disparu au cours des règles précédentes se rétablit.

* **En phase sécrétoire ou prémenstruelle**, les glandes se ramifient et deviennent sécrétrices de mucus et de glycogène. Les artérioles s'allongent en se spiralisant et l'épithélium de l'endomètre prend progressivement l'aspect caractéristique de **dentelle utérine**. L'utérus est maintenant prêt pour la nidation, c'est-à-dire l'installation du futur embryon. (Activité 3)

3.2. LE CYCLE DU MYOMÈTRE :

- Pendant les jours de la menstruation, Les contractions du muscle utérin ou myomètre sont peu nombreuses mais puissantes. Elles permettent d'expulser le sang des règles. Ces contractions causent des malaises divers chez certaines femmes: douleurs abdominales (maux de ventre), maux de dos, irritabilité, syndrome prémenstruel etc.
- Les contractions se poursuivent jusqu'à l'arrivée du moment de l'ovulation.

Au cours de la phase postovulatoire, il y a une mise au repos moteur du myomètre (silence utérin) qui est favorable à l'implantation de l'embryon en cas de fécondation.

(Activité 4)

1.1. LE CYCLE DU COL UTERIN :

- Pendant la période d'infécondité, le mucus cervical visqueux et d'un pH acide obstrue le col de l'utérus et présente un maillage serré de filaments qui immobilise les spermatozoïdes et protège l'utérus des infections.
- Aux alentours de la période d'ovulation, ce mucus devient abondant, de viscosité relativement faible, et d'un pH alcalin permettant la nutrition et la survie des spermatozoïdes.
- Lors de la période de fécondité, le mucus cervical devient relativement perméable aux spermatozoïdes grâce à une détente du maillage, mais arrête tout de même les spermatozoïdes ayant des malformations importantes.

(Activité 5)

4. LE DETERMINISME DU CYCLE UTERIN

Menstruation	Phase postmenstruelle	Phase prémenstruelle
La quasi absence d'hormones ovariennes dans le sang en fin du cycle provoque la desquamation des cellules de l'endomètre et la rupture des capillaires. Les règles apparaissent, marquant la fin du cycle sexuel.	Les œstrogènes permettent : * la prolifération cellulaire et donc l'épaississement de l'endomètre * la modification de la glaire cervicale pendant la période d'ovulation * l'augmentation de la contractilité du myomètre.	la progestérone en synergie avec œstrogènes permettent : * d'augmenter encore l'épaisseur de l'endomètre * de diminuer la contractilité de l'endomètre * de rendre la glaire imperméable * de favoriser la nidation de l'embryon.

(Activité 6)

5. LES FONCTIONS DE L'OVAIRE :

5.1. LA FOLLICULOGENESE :

La folliculogenèse se caractérise par la croissance et la maturation du follicule et de l'ovocyte, et se termine par l'ovulation.

La folliculogenèse est un phénomène continu qui débute à la 20ème semaine du développement embryonnaire des fœtus féminins, et se poursuit jusqu'à la ménopause, n'étant interrompu ni par l'ovulation, ni par la grossesse, ni par d'éventuelles périodes d'anovulation (absence d'ovulation).

Au cours de son développement, le follicule passe par plusieurs stades :

- dès que la cellule reproductrice (ovocyte) entame sa croissance, elle s'entoure de quelques cellules disposées en couronne .On parle de **follicule primordial** qui mesure environ 0,05mm de diamètre ;
- les cellules de la couche périphérique vont proliférer et prendre un aspect cubique. Ce sont les **follicules primaires**, à peine plus gros ;
- la prolifération des cellules se poursuit, et celles-ci s'organisent, dès lors en plusieurs couches concentriques, dont la plus interne formera la zone pellucide de l'ovocyte, et les plus externes, les thèques. Ce sont les **follicules**

secondaires mesurant 0,2 mm de diamètre environ ;

- dès le début de la phase folliculaire du cycle ovarien, quelques follicules pré-antraux vont poursuivre leur développement. Leurs cellules vont sécréter un liquide qui va creuser une cavité dans le follicule ; l'antrum. L'ovocyte se trouve à présent refoulé sur le côté du follicule. Ces **follicules antraux** (ou tertiaires ou cavitaires) mesurent de 0,5 à 5mm de diamètre ;
- dans un cycle normal, une sélection s'opère dès le 5ème jour du cycle, le follicule le plus sensible va poursuivre son développement tandis que les autres dégénèrent par atrésie. Ce follicule atteindra la maturation et fera l'objet d'une ovulation. C'est le **follicule de De Graaf** (ou follicule mûr ou follicule principal) atteignant15 à 30mm de diamètre.

NB : Chez la femme, la plupart des follicules n'atteindront pas le stade de maturité nécessaire à l'ovulation et dégénèrent (atrésie folliculaire).

(Activité 7)

5.2. LA FONCTION EXOCRINE DE L'OVAIRE : L'OVOGENÈSE :

5.2.1. : LA STRUCTURE DE L'OVOCYTE II :

L'ovocyte II est une grosse cellule sphérique, immobile, mesurant environ 140 µm de diamètre. Il est accompagné d'une petite cellule qui lui est accolée, c'est le 1èr globule polaire. Il est entouré d'une enveloppe translucide, la zone pellucide. A l'extérieur de la zone pellucide, l'ovocyte est entouré d'une couche de cellules folliculaire nommée corona radiata.

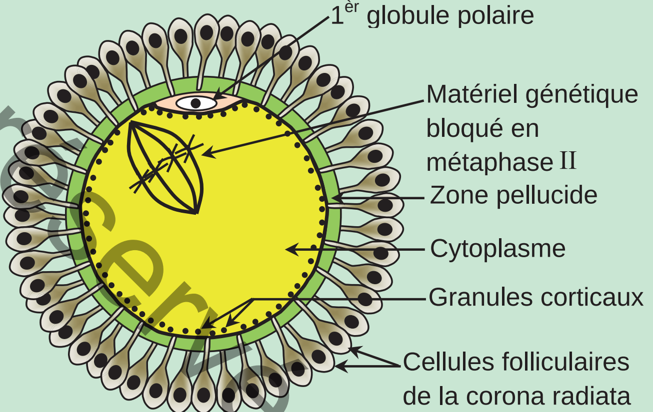
L'ovocyte II se caractérise par :

• un cytoplasme volumineux, riche en substances de réserve,

• un noyau haploïde à 23 chromosomes.

Ces caractéristiques de l'ovocyte sont en rapport avec ses fonctions :

• l'ovocyte II s'unit avec le spermatozoïde lors de la fécondation pour donner une cellule œuf ou zygote à 2n = 46 chromosomes.



• après la fécondation, l'œuf subit la division cellulaire (segmentation) et se développe en utilisant les substances de réserve contenues dans son cytoplasme. (Activité 8)

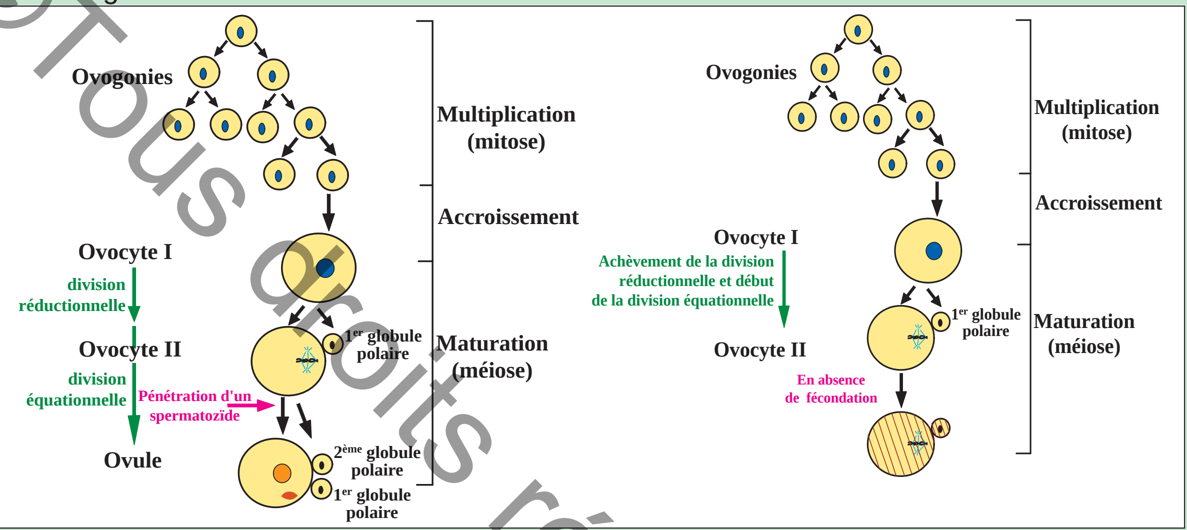
5.2.2. DEROULEMENT DE L'OVOGENÈSE

L'ovogenèse se déroule principalement en trois phases :

- **La multiplication (purement fœtale) :**
  Se fait entre le 3ème et le 6ème mois de la vie intra-utérine pour produire environ 4 millions d'ovogonies par ovaire et s'arrête définitivement. Chaque ovogonie s'entoure de cellules folliculaires pour former un follicule primordial.
- **L'accroissement (entrecoupé) :**
  Commence à partir du 7ème mois de la vie intra-utérine puis s'arrête au stade ovocyte I bloqué en prophase I, avant la naissance. Il reprend à partir de la puberté pour se terminer 24 heures avant l'ovulation.
- **La maturation (achèvement conditionné) :**
  L'ovocyte I achève sa division réductionnelle dans le follicule mûr pour donner un 1er globule polaire et un ovocyte II qui rentre immédiatement en division équationnelle pour se bloquer de nouveau en métaphase II par l'ovulation·
  En absence de fécondation, cet ovocyte dégénère en 72 heures. En cas de fécondation, Il achève sa division équationnelle par l'émission d'un **2ème** globule polaire.

N.B : Cette phase de maturation présente 3 particularités :

- elle connait deux moments de blocage en prophase I et en métaphase II
- elle s'achève en dehors des gonades femelles. (dans la trompe en cas de fécondation.)
- elle met en jeu deux divisions inégales : lors des divisions méiotiques de l'ovocyte, si la répartition des chromosomes est équitable, celle du cytoplasme ne l'est pas, une des cellules fille (gamète) conserve la quasi-totalité du cytoplasme, tandis que l'autre (globule polaire) en est pratiquement dépourvue et sera une cellule abortive. Ainsi, un ovocyte primaire ne donne qu'un seul gamète femelle.



(Activité 8)

5.3. LE CYCLE OVARIEN :

Le cycle ovarien débute et se termine par les menstruations (règles) et comporte 2 phases distinctes séparées par l'ovulation :

- La phase folliculaire (durée variable) :

Quelques follicules tertiaires se développent. Un seul arrive à maturité ; le follicule mûr ou de De Graaf, les autres dégénèrent par atrésie folliculaire.

- L'ovulation : c'est une période de courte durée (en moyenne 48 heures) qui se caractérise par la libération de l'ovocyte II par l'ovaire et sa captation par l'ampoule de la trompe de Fallope.
- La phase lutéale (durée relativement constante : 14J) :

Elle est caractérisée par la formation du corps jaune à partir du follicule rompu qui régresse en absence de fécondation.

5.4. LA FONCTION ENDOCRINE DE L'OVAIRE :

L'ovaire sécrète de façon pulsatile des hormones sexuelles: les œstrogènes et la progestérone :

- Les œstrogènes (l'œstrone (**E1**), l'œstradiol (**E2**) et l'œstriol (**E3**)) ; sécrétés par les follicules en croissance durant la phase préovulatoire (granulosa et thèque interne) et par le corps jaune en phase postovulatoire avec un pic préovulatoire important et un 2ème pic moins important vers le 21^{ème}J. A la fin du cycle ovarien, le taux d'œstrogènes chute sauf s'il y a eu fécondation suivie de nidation.

Les œstrogènes ont des effets physiologiques multiples :

- Ils assurent et maintiennent le développement des caractères sexuels secondaires féminins ;
- Ils ouvrent la porte d'entrée aux spermatozoïdes en phase ovulatoire en dilatant légèrement le col de l'utérus ;
- Ils stimulent la sécrétion de la glaire cervicale en phase ovulatoire pour la rendre

apte à accueillir les spermatozoïdes ;
- ils sont à l'origine du pic ovulatoire de LH: au cours de la phase folliculaire ;
- ils améliorent la qualité du corps jaune.

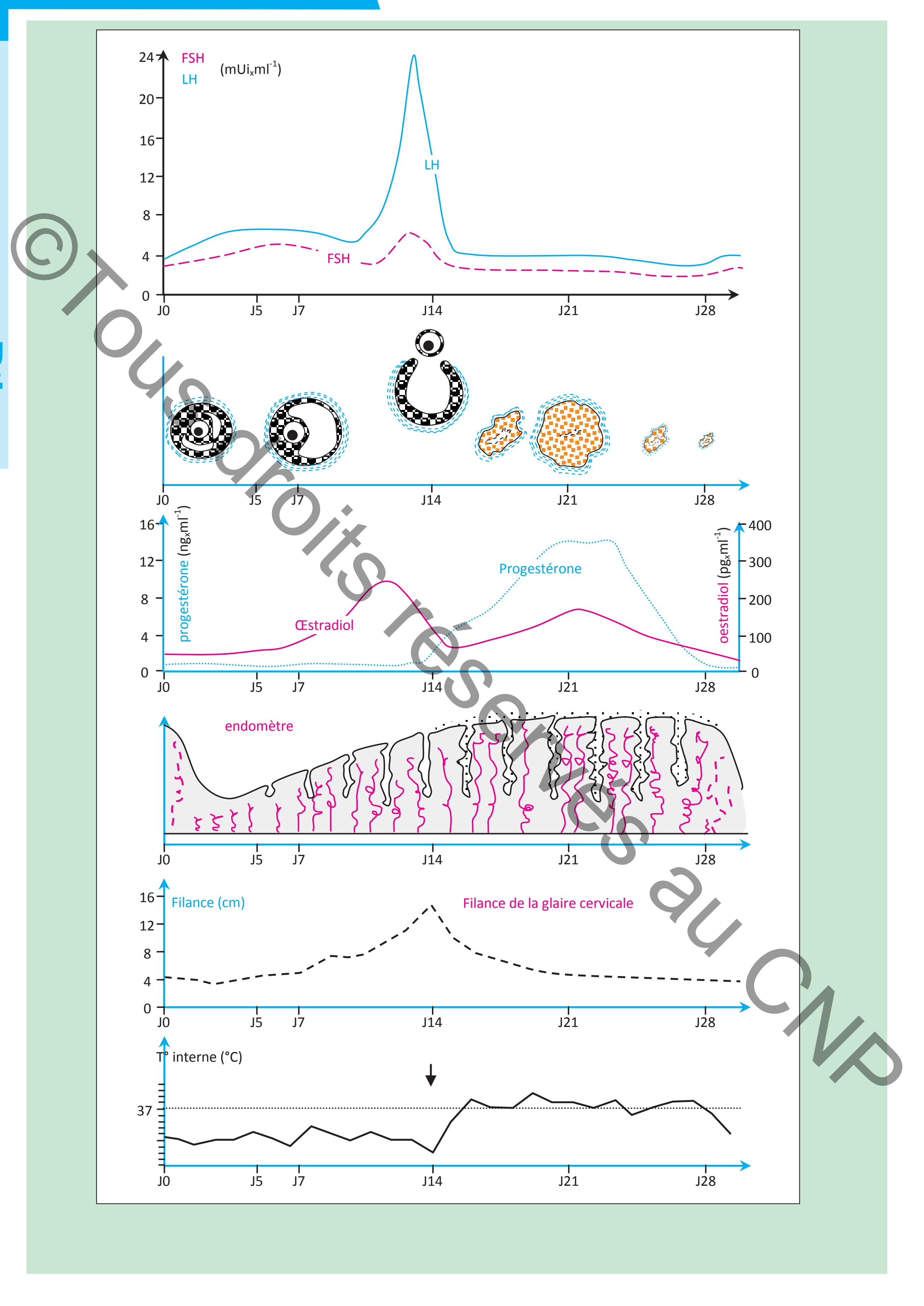
- La progestérone est une hormone sécrétée uniquement en 2eme phase du cycle ovarien par les cellules lutéales du corps jaune. Sa sécrétion est cyclique et présente un pic en milieu de la phase lutéale. Celle-ci chute, suite à l'atrésie du corps jaune, sauf en cas de nidation.
- **NB** : *l'œstradiol est mesuré en picogramme alors que la progestérone est mesurée en nanogramme. Le taux de progestérone est alors très élevé prés de 100 fois plus important que celui de l'œstradiol.*

La progestérone a aussi des effets physiologiques multiples:
- elle prépare l'utérus à l'implantation de l'œuf fécondé (formation de la dentelle utérine + silence utérin) ;
- elle maintient le col de l'utérus fermé ;
- elle assure le développement des glandes mammaires ;
- elle a un effet hyperthermique.

(Activité 9)

6. LA RÉGULATION DES FONCTIONS OVARIENNES :

- Au premier jour du cycle, la fréquence des pulses de Gn-RH augmente d'où l'hypothalamus stimule la **sécrétion de FSH et de LH** par l'hypophyse antérieure.
- La FSH et la LH stimulent **la croissance folliculaire**. Les cellules de la granulosa et celles de la thèque interne synthétisent les **œstrogènes** qui sont libérés dans la circulation sanguine.
- **En dessous d'un certain seuil** de concentration (faible dose), les œstrogènes ont une **action inhibitrice** (rétrocontrôle négatif) sur la libération de la FSH et de la LH par l'hypophyse. L'hypophyse continue de fabriquer ces deux hormones mais ne les libèrent pas dans la circulation.
- **Au delà d'un certain seuil** de concentration (forte dose), les œstrogènes ont une **action activatrice** (rétrocontrôle positif) sur l'hypophyse qui libère brutalement de grande quantité de LH (pic ovulatoire) et dans une moindre mesure de FSH.
- Le pic **de LH** a deux conséquences :
  - il déclenche la rupture de la paroi ovarienne et l'éclatement du follicule de De Graff qui libère l'ovocyte II, c'est l'**ovulation**,
  - il provoque la **reprise de la méiose** dans l'ovocyte de premier ordre qui termine sa première division et entame la deuxième division jusqu'à la métaphase II devenant ainsi un ovocyte de deuxième ordre.
- La LH favorise également la **transformation du reste du follicule en corps jaune** puis les taux de FSH et LH diminuent rapidement.
- Le corps jaune fabrique de grandes quantités de **progestérone** et un peu d'œstrogènes. Ces deux hormones exercent une puissante **action inhibitrice** (rétrocontrôle négatif) **sur la synthèse et la libération de FSH et de LH** par l'hypophyse antérieure empêchant ainsi le développement de nouveaux follicules. Avec la diminution du taux de LH disparaît l'activation du **corps jaune qui régresse** et se résorbe progressivement.
- En même temps que le corps jaune régresse, **la production de progestérone diminue, et l'inhibition** qu'elle exerçait sur l'hypophyse **disparaît (levée de l'inhibition),** elle aussi, progressivement.
- La diminution du taux des hormones ovariennes à la fin du cycle (26ème à 28ème jours) met fin à l'inhibition de la sécrétion de FSH et de LH par l'hypophyse et **un nouveau cycle commence**.



FSH
LH
(mUi.ml-1)
24
20
16
12
8
4
0
LH
FSH
J0
J5
J7
J14
J21
J28
progestérone (ng.ml-1)
oestradiol (pg.ml-1)
400
300
200
100
Progestérone
Œstradiol
endomètre
Filance (cm)
Filance de la glaire cervicale
T° interne (°C)
37

POUR EN SAVOIR PLUS :

Sport et fertilité

- Quel que soit le poids, une activité physique modérée, comme la marche, le vélo ou le jardinage, augmente la fertilité.
- Comparativement aux femmes qui ont moins d'une heure d'activité physique par semaine, celles qui ont une activité physique modérée pendant au moins 5 heures par semaine ont 18% plus de chances de tomber enceinte.
- Les femmes qui ont plus de 5 heures d'activité physique soutenue par semaine ont en revanche 32% moins de chances de tomber enceinte lorsque leur poids est normal ou qu'elles sont minces.

Maturation nucléaire et reprise de la méiose.

La maturation de l'ovocyte comprend une maturation nucléaire, membranaire, corticale et cytoplasmique, indispensable au déroulement de la fécondation.
Le noyau bloqué en prophase méiotique depuis la vie fœtale de l'ovocyte va un peu avant la décharge ovulante de LH et de FSH se rapprocher de la membrane ovocytaire.
La reprise de la méiose est un phénomène actif du à la suppression d'un facteur inhibiteur, appelé OMI, Ovocyte Maturation Inhibitor.
Avant le pic de LH, la FSH favorise la synthèse d'un précurseur de l'OMI par les cellules de la granulosa. Ce précurseur transite par des jonctions de type gap entre les cellules de la granulosa et les cellules périovocytaires qui transforment ce précurseur en OMI.
L'OMI, via les prolongements cytoplasmiques et les jonctions perméables avec la membrane ovocytaire, inhibe la reprise de la méiose.
. La décharge ovulante de LH-FSH permet la reprise de la méiose en agissant à plusieurs niveaux:
- elle supprime la production du pro-OMI par les cellules de la granulosa.
- elle supprime la capacité des cellules périovocytaires à transformer le pro-OMI.
- elle entraîne la réduction des jonctions perméables d'abord entre la granulosa et le cumulus,
- elle modifie via la production de prostaglandines, le cytosquelette des prolongements cytoplasmiques des cellules périovocytaires, ce qui entraîne leur rétraction et finalement la rupture avec l'ovocyte.

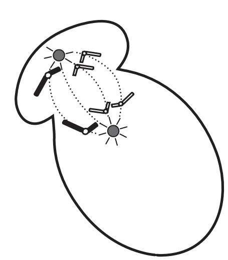
Apres la décharge ovulante, les cellules du cumulus sécrètent abondamment de l'acide hyaluronique, ce qui les écarte les unes des autres. La sécrétion d’histamine par les cellules périovocytaires et celles de la corona radiata entraîne une réaction œdémateuse (appel d’eau) et un gonflement du cumulus.
Simultanément, les prolongements des cellules de la corona avec l'ovocyte s'étirent et la rétraction des pieds qui les relient à la membrane plasmique de l'ovocyte, entraîne temporairement la déformation de celle-ci. Puis, les prolongements se rompent.



A-RESTITUTION DES CONNAISSANCES

Exercice n° 1 : QCM : Relever pour chaque item la ou les deux réponse(s) correcte(s).

1- La figure ci-contre est le schéma d'une cellule germinale en division. Il s'agit d'un:



- **a-** ovocyte I en anaphase I.
- **b-** ovocyte II en anaphase II.
- **c-** spermatocyte I en anaphase I.
- **d-** spermatocyte II en anaphase II.

2- Les cellules folliculaires qui entourent l'ovocyte :

- **a-** assurent une fonction exocrine.
- **b-** assurent une fonction endocrine.
- **c-** sont les cellules cibles des gonadostimulines.
- **d-** sont les cellules cibles des hormones ovariennes.

3- Le gamète femelle achève sa maturation dans :

- **a-** l'utérus.
- **b-** le pavillon.
- **c-** le follicule mûr.
- **d-** la trompe de Fallope.

4- Un faible taux sanguin de progestérone :

- **a-** inhibe la sécrétion de LH.
- **b-** stimule la sécrétion de LH.
- **c-** inhibe la sécrétion de FSH.
- **d-** stimule la sécrétion de GnRH.

5- Les globules polaires ont la formule chromosomique :

- **a-** n=23 autosomes.
- **b-** n=46 chromosomes.
- **c-** n=23chromosomes.
- **d-** n=22 autosomes + X.

6- Au début de la phase folliculaire, toute hausse légère de la sécrétion d'œstrogènes est accompagnée par :

- **a-** une inhibition des cellules de la posthypophyse.
- **b-** une stimulation des cellules de la granulosa par la FSH.
- **c-** une stimulation des cellules de la thèque interne par la LH.
- **d-** une inhibition des neurones des noyaux arqués hypothalamiques.

7- Au cours de l'ovogenèse, la réduction du nombre de chromosomes des cellules germinales se produit au cours de la phase :

- **a-** de maturation.
- **b-** de multiplication.
- **c-** d'accroissement.
- **d-** de différenciation.

Exercice n°2 :

Résumer sur le graphique suivant les évènements qui se produisent parallèlement dans l'ovaire et dans l'utérus chez une femme ayant un cycle de 30 jours.

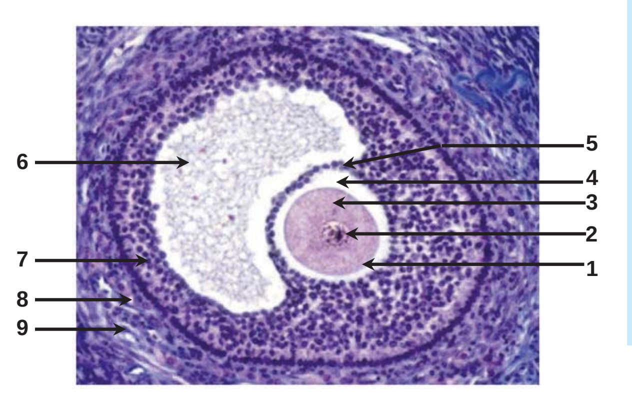
Cycle ovarien
J1 J2 J30

Cycle utérin
J1 J2 J30

Exercice n° 3 :

Le document 1 représente la photographie d'une structure ovarienne.

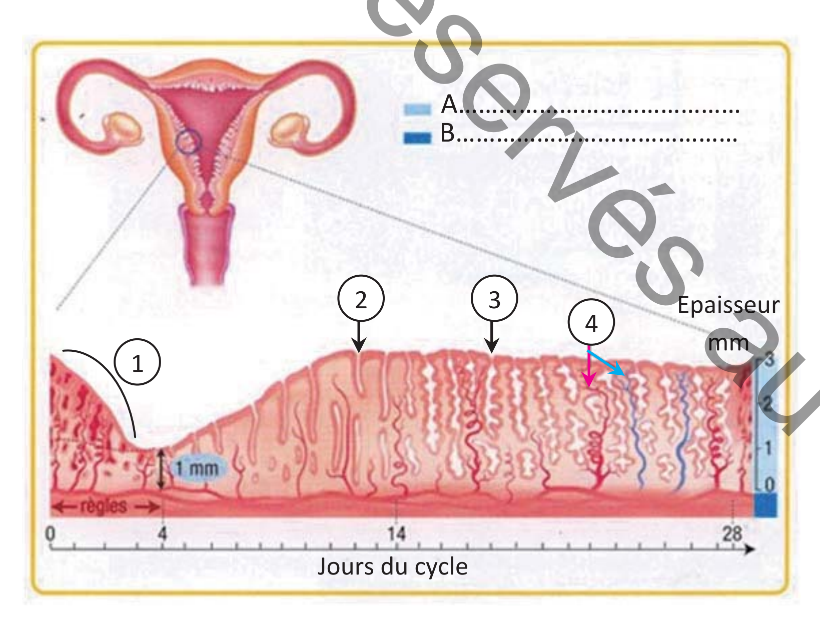
1. **Légender** ce document.
2. **Faire** un schéma d'interprétation de l'élément n° 2.
3. **Préciser** l'origine et le devenir de cette structure au cours du cycle sexuel.



Document 1

Exercice n° 4:

Le document 2 est un schéma qui montre la variation de l'épaisseur de la muqueuse utérine au cours d'un cycle sexuel.



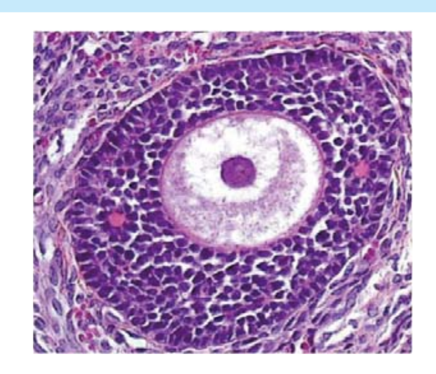
Document 2

1- **Annoter** ce document.
2- **Diviser** le cycle en ses phases caractéristiques.
3- **Décrire**, en exploitant le document ci-dessus, les modifications anatomiques de la muqueuse utérine au cours du cycle menstruel.



Exercice n° 5 :

La photographie ci-contre correspond à un follicule ovarien observé au microscope optique dans un ovaire d'une femme.



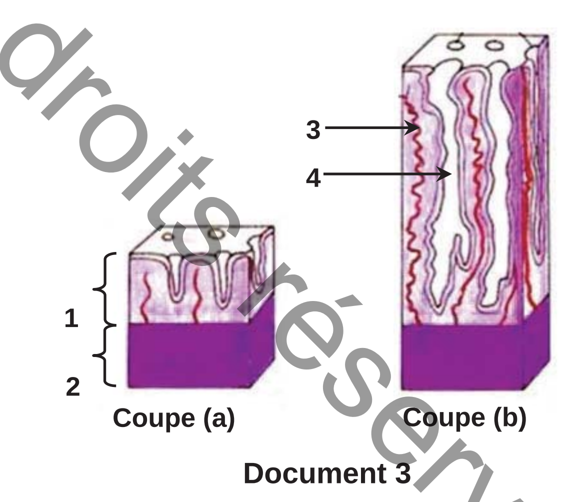
1-Identifier ce follicule ovarien.
2-Faire un schéma légendé de ce follicule.
3-Indiquer le rôle des différentes structures visibles sur ce follicule.

B-MOBILISATION DES CONNAISSANCES

Exercice n° 6 :

On se propose d'étudier les relations entre l'utérus et les ovaires au cours du cycle sexuel chez la femme.

1- Le document 3 montre deux représentations schématiques de coupes de l'utérus d'une femme réalisées à différentes périodes d'un cycle menstruel de 28 jours.



Document 3

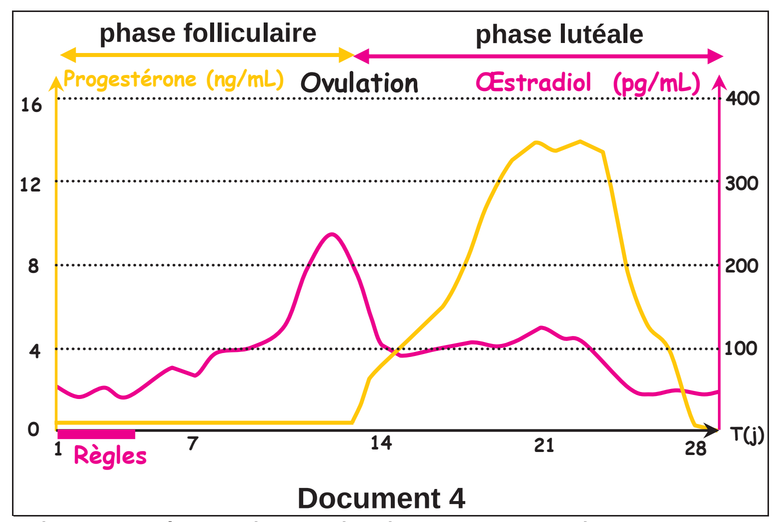
a. Nommer les éléments numérotés de 1à 4 du document 3.
b. Comparer les deux états de l'utérus.
c. Faire correspondre chaque coupe à sa phase du cycle utérin.

2- Pour comprendre l'origine des modifications cycliques de l'utérus, on a réalisé des expériences sur des souris pubères. Les expériences et les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Expériences	Résultats
1) Ablation de l'utérus	Aucun effet sur le cycle ovarien
2) Ablation des ovaires	Arrêt des cycles utérins et atrophie de l'utérus
3) Greffe d'ovaires sous la peau de souris ovariectomisée.	L'utérus retrouve son aspect normal et reprend son activité cyclique

a. Analyser les résultats des expériences 1 et 2 en vue de **préciser** la relation entre ovaire et utérus.
b. A partir des résultats de l'expérience 3 **déduire** la nature des interactions entre les ovaires et l'utérus.

4 - Le document 4 représente les variations des taux plasmatiques des hormones ovariennes sécrétées au cours d'un cycle sexuel normal.



Document 4

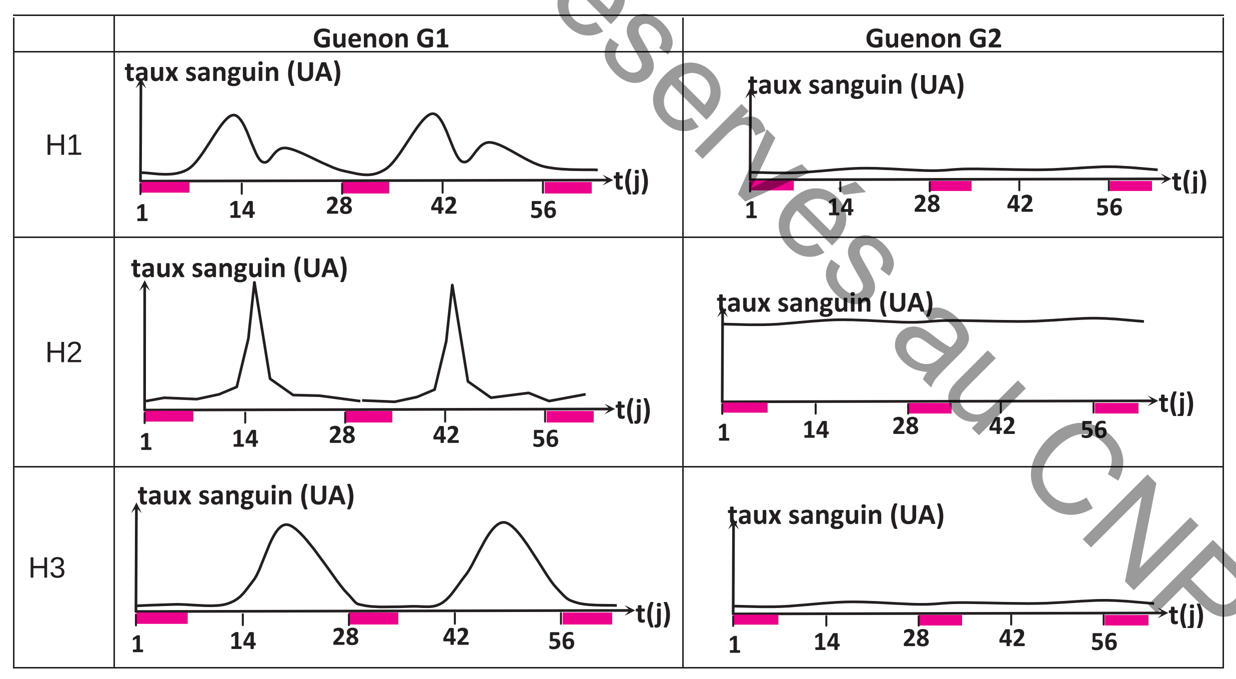
a. Mettre en relation les variations des taux plasmatiques des hormones ovariennes (document 4) et l'évolution de la muqueuse utérine (document 3).

b. Expliquer le déterminisme hormonal de la menstruation.

Exercice n° 7 :

Afin de comprendre les interactions hormonales impliquées dans la fonction reproductrice féminine, on propose les expériences et les observations suivantes :

- Le document 5 représente les variations de trois hormones H1, H2 et H3 chez deux guenons pubères G1 et G2, dont l'une est normale et l'autre est ovariectomisée (le cycle sexuel de la guenon est comparable à celui de la femme).



Document 5

1-Comparer la variation des hormones H1, H2, H3 chez les deux guenons G1 et G2 en vue :

a. De **déduire** laquelle des deux guenons est ovariectomisée.

b. D'identifier les hormones H1, H2 et H3.

Afin de **préciser** la nature de la relation entre H1 et H2 d'une part et le rôle H1 et H3 d'autre part, on réalise deux séries d'expériences :

Première série d'expériences :

Expérience 1 :

L'injection d'une faible dose de l'hormone H1 à la guenon G2 entraîne une chute de la sécrétion de l'hormone H2.

Expérience 2:

L'injection au début du cycle et pendant une courte durée d'une forte dose de l'hormone H1 à la guenon G1 entraîne une sécrétion brutale de l'hormone H2.

Deuxième série d'expériences :

Expérience 3 :

L'injection de l'hormone H3 au début du cycle à la guenon G2 ne montre pas de modification au niveau de l'utérus.

Expérience 4 :

Chez la Guenon G2, on réalise les injections suivantes :

- injections de l'hormone H1 pendant Les 30premiers jours.
- injections de l'hormone H3 du 16 ème au 30 ème jour.

Ces injections montrent un développement de la muqueuse utérine et l'apparition d'une dentelle utérine.

2-Exploiter les informations apportées par ces deux séries d'expériences afin :

a. de **préciser** la nature de la relation entre les hormones H1 et H2.

b. d'expliquer le rôle des hormones H1 et H3 dans le développement de l'endomètre utérin au cours d'un cycle sexuel normal.

Exercice n° 8 :

Dans le but d'expliquer le déterminisme du cycle ovarien chez la femme, on réalise chez une guenon pubère les expériences suivantes :

Expérience n°1: L'ablation de l'hypophyse pratiquée en début de cycle provoque l'atrophie des ovaires. Le taux d'œstrogènes dans le sang est alors inférieur à la normale et on ne décèle jamais de progestérone.

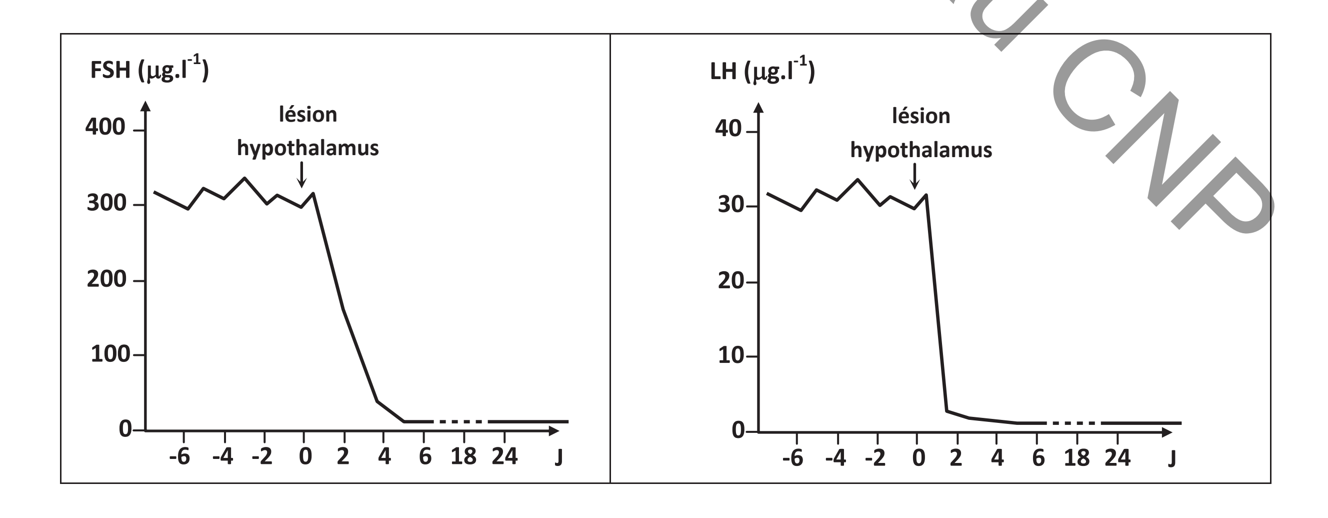
Expérience n°2: La greffe d'hypophyse corrige les effets de l'ablation.

Expérience n°3: Quand on isole le lobe antérieur de l'hypophyse et qu'on le place dans un milieu nutritif approprié, le milieu s'enrichit en FSH et en LH.

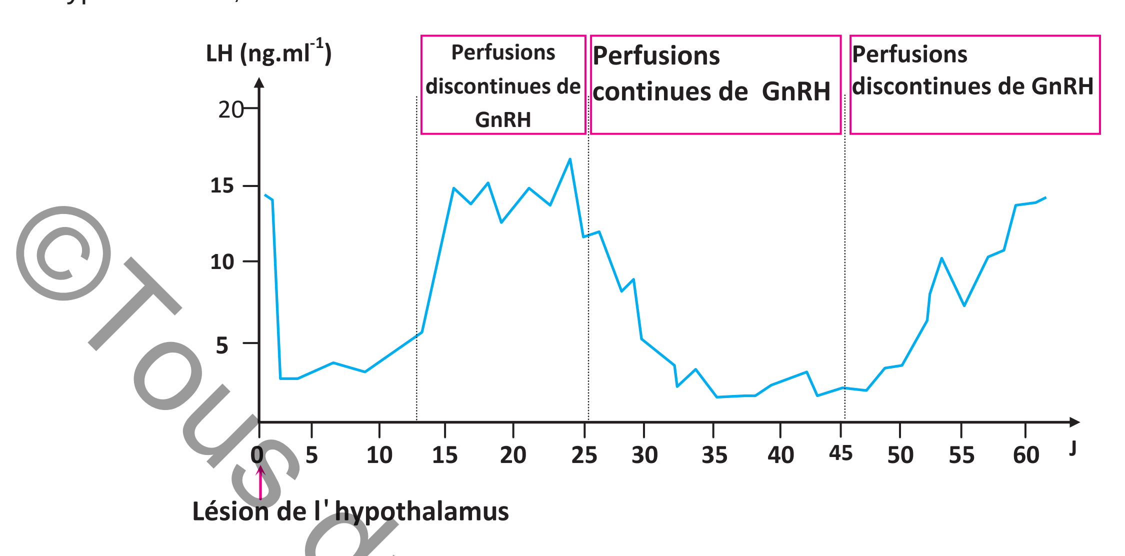
Expérience n°4: Sur un animal hypophysectomisé, des injections répétées de FSH et de LH corrigent les effets de l'ablation.

Expérience n°5: L'interruption des relations sanguines entre l'hypothalamus et l'hypophyse antérieure entraîne les mêmes effets que l'hypophysectomie.

Expérience n°6: Après une lésion sélective d'une région de l'hypothalamus chez des guenons, on suit l'évolution du taux plasmatiques de LH et de FSH durant 24 heures.



Expérience n°7: Chez ces guenons après perfusion de GnRH, substance extraite de l'hypothalamus, de manière continue ou discontinue.



À partir de l'exploitation des résultats expérimentaux, **présenter** les relations entre les organes cités.